

**KEANEKARAGAMAN HYMENOPTERA PARASITIKA PADA  
BERBAGAI TIPE PENGGUNAAN LAHAN DI HUTAN  
PENDIDIKAN *UB FOREST* MALANG**

Oleh :  
**FARIDA MULYOWATI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG  
2018**

**KEANEKARAGAMAN HYMENOPTERA PARASITIKA PADA  
BERBAGAI TIPE PENGGUNAAN LAHAN DI HUTAN  
PENDIDIKAN *UB FOREST* MALANG**

Oleh

**FARIDA MULYOWATI**

**145040207111094**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana  
Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG**

**2018**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Mei 2018

Farida Mulyowati



## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul penelitian : Keanekaragaman Hymenoptera Parasitika Pada  
Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan  
Pendidikan UB Forest Malang

Nama Mahasiswa : Farida Mulyowati

NIM : 145040207111094

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Laboratorium : Pengendalian Hayati dan Biodiversitas

Menyetujui : Dosen pembimbing

Disetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.,  
NIK. 201405 770415 1 001



Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng  
NIP. 19810125 200604 2 002

Diketahui  
Ketua Jurusan



Dr. Ir. Ludi Pantja Astuti, MS.  
NIP. 19551018 198601 2 001


Tanggal Persetujuan :


LEMBAR PENGESAHAN

MENGESAHKAN  
MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

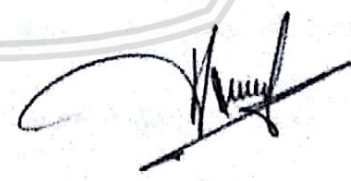
  
Dr. Ir. Aminudin Afandhi, MS.  
NIP. 19580208 198212 1 001

  
Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng  
NIP. 19810125 200604 2 002

Penguji III

Penguji IV

  
Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.  
NIK. 201405 770415 1 001

  
Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.  
NIP. 19590705 198601 1 003

Tanggal Lulus : 02 AUG 2018



*Takkan kau bisa rasakan bahagia bila tak ada rasa  
syukur yang hinggap di hati...*

*Tunggatlah betapa besar kasih sayang Allah  
kepadamu*

*Skripsi ini kupersembahkan kepada yang tercinta Bapak dan Ibu yang selalu  
mengajari tentang makna hidup dan survive di dalamnya.  
Mereka lah yang mengajari tentang mensyukuri setiap hal  
dan menjadi tabah dalam setiap ujian.  
Kepada yang tersayang adik perempuanku satu-satunya,  
teman bermain, bertengkar dan penyemangat dalam segala kebaikan  
Terimakasih tak terhingga kepada keluarga kecilku...*



## RINGKASAN

**FARIDA MULYOWATI. 145040207111094. Keanekaragaman Hymenoptera Parasitika pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest* Malang. Dibawah bimbingan Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si. selaku dosen pembimbing utama dan Rina Rachmawati, SP., MP.,M.Eng. Selaku dosen pembimbing pendamping**

---

Hutan merupakan salah satu bentuk ekosistem yang memiliki karakteristik habitat berbeda untuk spesies tertentu. Keanekaragaman digunakan untuk mengetahui kompleksitas ekosistem. Deforestasi atau perubahan fungsi dari hutan menjadi non hutan juga berperan dalam perubahan ekosistem dan spesies di dalamnya. Hutan pendidikan *UB Forest* sebagian besar dikembangkan sebagai hutan produksi dimana terdapat perbedaan tipe penggunaan lahan. Ordo Hymenoptera memiliki keanekaragaman hayati yang besar dan sangat penting secara biologis, ekologi dan ekonomi, berperan dalam lebih dari 50% rantai makanan terestrial. Mayoritas spesies adalah kelompok parasitika yang berperan sebagai parasitoid. Informasi mengenai keanekaragaman Hymenoptera parasitika dalam hubungannya dengan perbedaan tipe penggunaan lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest* belum dilaporkan, menyebabkan belum optimalnya pemanfaatan parasitoid. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui informasi keanekaragaman Hymenoptera parasitika sebagai pengendali populasi serangga herbivor sehingga diharapkan dapat dijadikan pertimbangan dalam kebijakan pengelolaan di Hutan Pendidikan *UB Forest*.

Penelitian dilaksanakan di Hutan Pendidikan *UB Forest* yang terletak di Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Pengambilan sampel dimulai pada bulan November 2017 sampai Januari 2018. Identifikasi jenis Hymenoptera parasitika dilaksanakan pada bulan Februari sampai Mei 2018. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Plot pengamatan ditentukan berdasarkan tipe penggunaan lahan, yaitu kawasan lindung, agroforestri mahoni-kopi, mahoni-talas, pinus-kopi, dan pinus-semusim. Perangkat yang digunakan untuk mendapatkan Hymenoptera parasitika adalah *Yellow pan*. Perangkat dipasang pada masing-masing plot yang terdiri dari 4 subplot dan 3 plot ulangan. Serangga yang didapatkan dikoleksi dan disimpan dalam botol yang telah diisi alkohol 70%. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali dalam satu bulan yang diulangi dalam selang waktu 3 bulan.

Hasil penelitian mendapatkan 19 famili, 142 spesies dan total 2929 individu Hymenoptera parasitika. Spesies yang dominan dan kelimpahan individu terbanyak pada berbagai tipe penggunaan lahan di *UB Forest* adalah dari famili Ichneumonidae, Braconidae dan Diapriidae. Kekayaan spesies dan kelimpahan individu tertinggi terdapat pada tipe penggunaan lahan kawasan lindung sehingga keanekaragaman pada kawasan lindung tertinggi dibandingkan 4 tipe penggunaan lahan yang lainnya. Kekayaan spesies dan kelimpahan individu Hymenoptera parasitika dipengaruhi tipe penggunaan lahan. Komposisi spesies Hymenoptera parasitika menunjukkan bahwa pada berbagai tipe penggunaan lahan memiliki komposisi yang berbeda. Kemiripan komposisi Hymenoptera parasitika antar tipe penggunaan lahan dari yang tertinggi dan terendah berturut-turut adalah pada tipe penggunaan lahan mahoni-kopi dengan mahoni-talas (63,1%), kawasan lindung dengan mahoni-talas (19,8%).

## SUMMARY

**FARIDA MULYOWATI. 145040207111094. Diversity of Hymenoptera Parasitics on Different Types of Land Use in *UB Forest's* Educational Forest Malang. Under guidance of Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Sc. as the main supervisor and Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng. as a counselor supervisor**

---

Forests are one form of ecosystem that has different habitat characteristics for certain species. Diversity is used to determine the complexity of ecosystems. Deforestation or changes in functions from forests to non-forests also play a role in changing ecosystems and species within them. *UB Forest's* Education Forest is mostly developed as a production forest where there are different types of land use. Order Hymenoptera has a large biodiversity and very important in biologically, ecologically and economically, contributing to more than 50% of the terrestrial food chain. The majority of species are parasitic groups that act as parasitoids. Information regarding Hymenoptera parasitika diversity in relation to differences in land use types in *UB Forest's* Educational Forest has not been reported, causing parasitoid utilization to be not optimal. This research was conducted to determine the information of Hymenoptera parasitika diversity as controlling herbivorous insect population so that it is expected to be a consideration in management policies in *UB Forest's* Educational Forest.

The research was conducted at *UB Forest* located in Karangploso Subdistrict, Malang Regency, East Java. Sampling begins in November 2017 until January 2018. The identification of Hymenoptera parasitic type was conducted from February to May 2018. The method used in this study is the survey method. The observation plot is determined by land use type, ie protected area, agroforestry mahogany-coffee, mahogany-taro, pine-coffee, and pine-seasonal crops. The trap used to get the Hymenoptera parasitic is Yellow pan. Traps are mounted on each plot consisting of 4 subplots and 3 repeat plots. The collected insects are collected and stored in bottles that have been filled with 70% alcohol. Sampling is done 3 times in one month which is repeated in 3 month interval.

The results obtained 19 families, 142 species and a total of 2929 individuals Hymenoptera parasitic. The dominant species and the largest abundance of individuals in various types of land use in *UB Forest* are from the Ichneumonidae, Braconidae and Diapriidae families. The species richness and the highest abundance of individuals are found in the type of protected area land use so that diversity in the highest protected areas is driven by 4 other types of land use. The species richness and abundance of individual Hymenoptera parasitika influenced the type of land use. The composition of Hymenoptera parasitic species shows that in different types of land use have different compositions. Similarities of Hymenoptera parasitic compositions between land use types from the highest and lowest were consecutively on mahogany-coffee use type with mahogany-taro (63.1%), protected area with mahogany-taro (19.8%).



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Keanekaragaman Hymenoptera Parasitika pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest* Malang”.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya, kepada:

1. Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si., selaku dosen pembimbing utama dan Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng selaku dosen pembimbing pendamping atas segala kesabaran, nasihat, arahan, dan bimbingan kepada penulis.
2. Dr. Ir Ludji Pantja Astuti, MS selaku ketua jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya atas dukungan terhadap pelaksanaan penelitian ini.
3. Orangtua tercinta Ayah Mulyono serta Ibu Kuswati atas doa, perhatian, kasih sayang, serta dukungan yang diberikan kepada penulis.
4. Adik penulis Siti Aminah yang selalu memberikan semangat, menjaga dan menasehati penulis.
5. Sahabat-sahabat tim pertanian yang telah menemani, membantu dan memotivasi penulis.
6. Rekan-rekan Agroekoteknologi 2014 serta seluruh pihak atas bantuan dukungan dan kebersamaan selama ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pemikiran bagi ilmu pengetahuan di masa datang. Penulis pun menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Malang, Juni 2018

Penulis

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Malang pada tanggal 01 Maret 1995 sebagai putri pertama dari dua bersaudara. Putri dari Bapak Mulyono dan Ibu Kuswati.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Kendalpayak Malang pada tahun 2001 sampai 2008, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 1 Pakisaji Malang pada tahun 2008 sampai 2011. Pada tahun 2011 sampai tahun 2014 penulis belajar di SMK Budi Mulia Pakisaji Malang. Lulus SMK penulis sempat bekerja di warnet dan fotocopy selama 4 bulan kemudian di tahun yang sama yaitu 2014 terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 penerima beasiswa bidikmisi Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur SPMK.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Bioteknologi Pertanian pada tahun 2017. Penulis pernah aktif dalam organisasi Ketakmiran Masjid Nurul Fallah Fakultas Pertanian mulai tahun 2014 sampai 2018.

## DAFTAR ISI

|   | Halaman |
|---|---------|
| RINGKASAN .....   | i       |
| SUMMARY .....   | ii      |
| KATA PENGANTAR .....  | iii     |
| RIWAYAT HIDUP .....   | iv      |
| DAFTAR ISI.....   | v       |
| DAFTAR GAMBAR .....   | vii     |
| DAFTAR TABEL .....  | ix      |
| I. PENDAHULUAN .....  | 1       |
| Latar belakang.....   | 3       |
| Tujuan .....  | 3       |
| Hipotesis .....   | 3       |
| Manfaat .....   | 3       |
| II. TINJAUAN PUSTAKA .....  | 4       |
| Hymenoptera Parasitika .....  | 4       |
| Ciri-ciri Beberapa Famili Parasitoid .....  | 8       |
| Parasitoid Sebagai Pengendali Hayati .....  | 12      |
| Pentingnya Keanekaragaman Hayati .....  | 13      |
| Hutan Pendidikan UB .....   | 14      |
| III. METODE PENELITIAN.....   | 15      |
| Waktu dan Tempat .....  | 15      |
| Alat dan Bahan .....  | 15      |
| Pelaksanaan Penelitian .....  | 15      |
| Analisis Data Penelitian .....  | 19      |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....  | 22      |
| Keanekaragaman Hymenoptera Parasitika di Hutan Pendidikan <i>UB Forest</i> ...  | 22      |
| Pengaruh Tipe Penggunaan Lahan terhadap Keanekaragaman Hymenoptera Parasitika .....                                       | 25      |
| Perbedaan Komposisi Hymenoptera parasitika pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan <i>UB Forest</i> ..... | 30      |

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| V. KESIMPULAN DAN SARAN ..... | 35 |
| Kesimpulan .....              | 35 |
| Saran .....                   | 35 |
| DAFTAR PUSTAKA .....          | 36 |
| LAMPIRAN .....                | 37 |



## DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Teks   | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1     | Morfologi utama struktur dan bagian Hymenoptera: subordo Apocrita.....   | 5       |
| 2     | Parasitoid.....  | 6       |
| 3     | Larva Lepidoptera yang Terparasiti Parasitoid.....   | 7       |
| 4     | Ciri-Ciri Famili Braconidae .....  | 8       |
| 5     | Ciri-Ciri Famili Ichneumonidae .....   | 9       |
| 6     | Ciri-Ciri Famili Diapriidae .....  | 9       |
| 7     | Ciri-Ciri Famili Scelionidae .....   | 10      |
| 8     | Ciri-Ciri Famili Encyrtidae .....  | 10      |
| 9     | Ciri-Ciri Famili Eucoilidae .....  | 11      |
| 10    | Ciri-Ciri Famili Mymaridae .....   | 11      |
| 11    | Ciri-Ciri Famili Trichogrammatidae .....   | 12      |
| 12    | Letak Posisi Hutan Pendidikan <i>UB Forest</i> .....   | 14      |
| 13    | Lokasi dan Persebaran Plot Pengambilan Sampel di Dusun Sumbersari dan Buntoro, Karangploso, Malang .....                                       | 17      |
| 14    | Desain pengambilan sampel pada plot penelitian .....   | 18      |
| 15    | Kekayaan Spesies dan Kelimpahan Individu Hymenoptera Parasitika pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan <i>UB Forest</i> ..... | 23      |
| 16    | Peranan Parasitoid di Hutan Pendidikan <i>UB Forest</i> .....  | 24      |
| 17    | Boxplot kekayaan spesies dan kelimpahan individu Hymenoptera Parasitika pada Tipe Penggunaan Lahan Berbeda .....                               | 27      |
| 18    | Boxplot kekayaan spesies dan kelimpahan individu vegetasi pada Tipe Penggunaan Lahan Berbeda .....   | 28      |
| 19    | NMDS dari Komposisi Parasitika Berdasarkan Indeks Bray-Curtis .....  | 31      |
| 20    | Peranan Parasitoid Berdasarkan Kekayaan Spesies pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan <i>UB Forest</i> .....                 | 32      |
| 21    | Peranan Parasitoid Berdasarkan Kelimpahan Individu pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan <i>UB Forest</i> .....              | 33      |



## GAMBAR LAMPIRAN

| Nomor | Teks  | Halaman |
|-------|---|---------|
| 1     | Famili dominan dari Hymenoptera parasitika yang ditemukan ..... | 40      |
| 2     | Tipe Penggunaan Lahan Hutan Pendidikan <i>UB Forest</i> .....   | 40      |



## DAFTAR TABEL

| Nomor | Teks  | Halaman |
|-------|---|---------|
| 1     | Lokasi Pengamatan.....  | 16      |
| 2     | Kekayaan Spesies dan Kelimpahan Individu Hymenoptera Parasitika di Hutan Pendidikan <i>UB Forest</i> .....  | 22      |
| 3     | Indeks Keanekaragaman, Indeks Kemerataan dan Indeks Dominansi Hymenoptera Parasitika pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan <i>UB Forest</i> ..... | 26      |
| 4     | Kemiripan Komposisi Hymenoptera Parasitika pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan .....  | 30      |

## TABEL LAMPIRAN

| Nomor | Teks   | Halaman |
|-------|--|---------|
| 1     | Peranan Parasitoid pada berbagai famili yang Ditemukan .....   | 42      |
| 2     | Vegetasi pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan <i>UB Forest</i> .....  | 43      |
| 3     | Analisis Ragam Kekayaan Spesies Hymenoptera parasitika pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan <i>UB Forest</i> .....    | 43      |
| 4     | Analisis Ragam Kelimpahan Individu Hymenoptera parasitika pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan <i>UB Forest</i> ..... | 43      |
| 5     | Analisis Ragam Kekayaan Spesies Vegetasi pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan <i>UB Forest</i> .....                  | 44      |
| 6     | Analisis Ragam Kelimpahan Individu Vegetasi pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan <i>UB Forest</i> .....               | 44      |
| 7     | Persentase Kerapatan Kanopi Tiap Plot Penggunaan Lahan .....   | 44      |
| 8     | Ketinggian Tiap Plot Penggunaan Lahan .....  | 45      |

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Hutan merupakan salah satu bentuk ekosistem yang memiliki karakteristik habitat berbeda untuk spesies tertentu. Deforestasi atau perubahan fungsi dari hutan menjadi nonhutan juga berperan dalam perubahan ekosistem dan spesies di dalamnya (Yuniar dan Haneda, 2015). Kerusakan habitat pada area hutan tropis semakin meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan catatan Kementerian Kehutanan Republik Indonesia (2017) sedikitnya 1,1 juta hektar atau 2% dari hutan Indonesia menyusut tiap tahunnya. Ini berarti bahwa spesies didalam hutan tropis akan hilang apabila tidak dilakukan upaya perbaikan.

Kawasan lereng Gunung Arjuno, Jawa Timur terutama di wilayah Hutan Pendidikan *UB Forest* terdiri atas hutan konservasi dan hutan produksi berdasarkan surat keterangan SK.676/Menlhk-Setjen/2015. Terdapat perbedaan tipe penggunaan lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest* dikarenakan untuk memperoleh hasil yang maksimal dari hutan, pada beberapa kawasan hutan dilakukan alih fungsi lahan menjadi agroforestri dengan ditanami vegetasi lain dibawah tegakan pohon pinus dan mahoni yaitu antara lain kopi dan tanaman semusim. Kondisi ini diduga turut mempengaruhi keanekaragaman biotik di dalamnya.

Salah satu komponen biotik di dalam ekosistem adalah kelompok serangga. Hymenopteran merupakan ordo serangga terbesar ketiga setelah Lepidopteran dan Coleopteran (Grimaldi dan Engel, 2005). Hymenopteran keberadaannya melimpah, dimana-mana, sangat khusus, dan ordo yang sangat sukses terhadap serangga yang menjadi saingannya yaitu Dipteran dan Lepidopteran dalam jumlah spesies dan dimungkinkan melebihi keduanya dalam berbagai kondisi (CSIRO, 1974). Lebih dari 150.000 spesies teridentifikasi, dengan lebih banyak lagi yang belum diketahui. Ordo Hymenoptera memiliki keanekaragaman hayati yang besar dan sangat penting secara biologis, ekologi dan ekonomi, berperan dalam lebih dari 50% rantai makanan terestrial. Mayoritas spesies adalah kelompok parasitika, ditandai dengan ovipositor yang digunakan untuk meletakkan telur ke dalam tubuh inangnya (Silvestre *et al.*, 2014).

Hymenoptera parasitika dicirikan dengan ovipositor tidak berkembang sebagai penyengat melainkan digunakan untuk meletakkan telur. Kelompok parasitika lebih dikenal dengan sebutan parasitoid yaitu golongan organisme yang hidupnya menumpang pada atau di dalam tubuh inangnya (hama) serta menghisap cairan tubuh inang supaya dapat tumbuh dan berkembang secara normal (Mahrub, 1987). Hymenoptera parasitika terhitung berkisar antara 6,5 hingga 20% spesies serangga, dan berkisar antara 170.000 hingga 6 juta spesies Hymenoptera parasitika telah diuraikan berdasarkan berbagai perkiraan jumlah spesies serangga (2,650,000-30 juta) (LaSalle dan Gauld, 1992).

Keanekaragaman digunakan untuk mengetahui kompleksitas ekosistem. Komunitas organisme akan lebih kompleks ketika perbedaan jenis organisme didalamnya dalam jumlah yang lebih besar, dimana ada interaksi yang lebih diantara organisme dan peningkatan kekuatan interaksi tersebut (Altieri dan Nicolls, 2004). Keanekaragaman Hymenoptera banyak dipelajari di dalam ekosistem terestrial baik agroekosistem maupun non-agroekosistem.

Yaherwendi *et al.*, (2007) melaporkan bahwa keanekaragaman habitat dan struktur lanskap pertanian berbeda berpengaruh terhadap kekayaan, keanekaragaman dan pemerataan spesies Hymenoptera parasitika di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cianjur. Terdapat 2750 individu yang terdiri dari 26 famili dan 325 spesies dari Hymenoptera parasitika. Hasil penelitian Herlina *et al.*, (2011) menunjukkan bahwa habitat sekitar lahan persawahandan umur tanaman padi mempengaruhi keanekaragaman Hymenoptera parasitika yang ada di dalamnya. Hymenoptera parasitika ditemukan lebih banyak dibandingkan dengan Aculeata, baik dari kelimpahan individu (1.763 individu, 96%) maupun kekayaan spesiesnya (182 spesies, 84%).

Informasi mengenai keanekaragaman Hymenoptera parasitika dalam hubungannya dengan perbedaan tipe penggunaan lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest* belum dilaporkan, menyebabkan belum optimalnya pemanfaatan parasitoid. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui informasi keanekaragaman Hymenoptera parasitika sebagai sebagai pengendali populasi serangga herbivor sehingga diharapkan dapat dijadikan pertimbangan dalam kebijakan pengelolaan di Hutan Pendidikan *UB Forest*.

### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui keanekaragaman Hymenoptera parasitika di Hutan Pendidikan *UB Forest*.
2. Mengetahui pengaruh tipe penggunaan lahan terhadap keanekaragaman Hymenoptera parasitika.
3. Mengetahui perbedaan komposisi Hymenoptera parasitika pada berbagai tipe penggunaan lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest*.

### **Hipotesis Penelitian**

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu:

1. Jenis Hymenoptera parasitika yang ditemukan akan beragam di Hutan Pendidikan *UB Forest*.
2. Keanekaragaman jenis Hymenotera parasitika dipengaruhi oleh tipe penggunaan lahan.
3. Komposisi jenis Hymenoptera parasitika lebih banyak ditemukan di kawasan lindung.

### **Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang keanekaragaman serangga Hymenoptera parasitika dan peranannya pada berbagai tipe penggunaan lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest* sehingga menjadi bahan pertimbangan dalam kebijakan pengelolaan diversitas di Hutan Pendidikan *UB Forest*.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

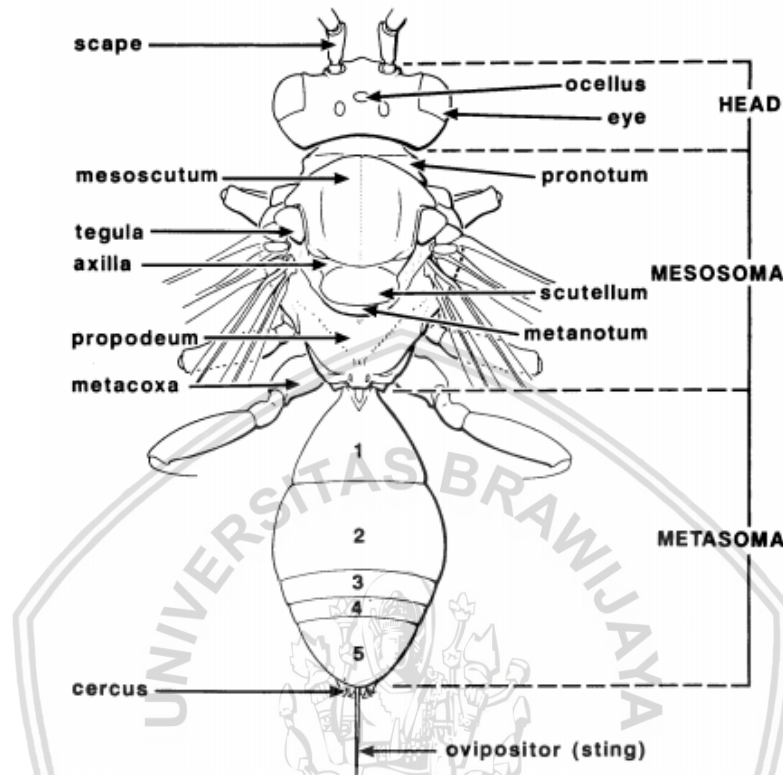
### Hymenoptera Parasitika

Ciri-ciri dari ordo Hymenoptera dapat dilihat dari tipe alat mulut, hamuli, ovipositor dan lain-lain. Alat mulut ordo Hymenoptera bertipe mandibulata, tetapi kebanyakan serangga dari ordo ini mempunyai alat mulut yang termodifikasi menjadi alat penghisap seperti lidah. Alat ini merupakan suatu struktur yang terdiri dari maksila dan labium. Hamuli adalah deretan pengait kecil yang terdapat pada sayap belakang ordo ini (Gambar 1). Hamuli berfungsi untuk mengaitkan sayap belakang dengan sayap depan sehingga gerakan sayap pada saat terbang menjadi satu gerakan. Ciri selanjutnya adalah ovipositor atau organ yang berfungsi untuk meletakkan telur. Terdapat dua kelompok yang mempunyai perbedaan pada bentuk dan fungsi dari ovipositor, yaitu kelompok aculeata dan parasitica (terebrantes). Hymenoptera aculeata mempunyai ovipositor yang berfungsi sebagai penyengat dan Hymenoptera parasitica mempunyai ovipositor yang berfungsi sebagai alat peletak telur (La Salle dan Gauld, 1992).

Secara fungsional, ordo Hymenoptera dikelompokkan kedalam dua subordo yaitu Symphyta dan Apocrita (Goulet dan Huber, 1993). Subordo Symphyta disebut sebagai Hymenoptera primitif, dengan pertulangan sayap (venasi) yang lengkap dan abdomen tanpa penggentingan (CSIRO 2001 dalam Lizmah 2015). Spesies Symphyta umumnya bersifat fitofag dan memiliki bentuk serta perilaku atau biologi yang sama dengan larva Lepidoptera. Subordo ini terdiri dari 14 famili dan mempunyai tidak lebih dari 15% spesies dari keseluruhan Hymenoptera (La Salle dan Gauld, 1992).

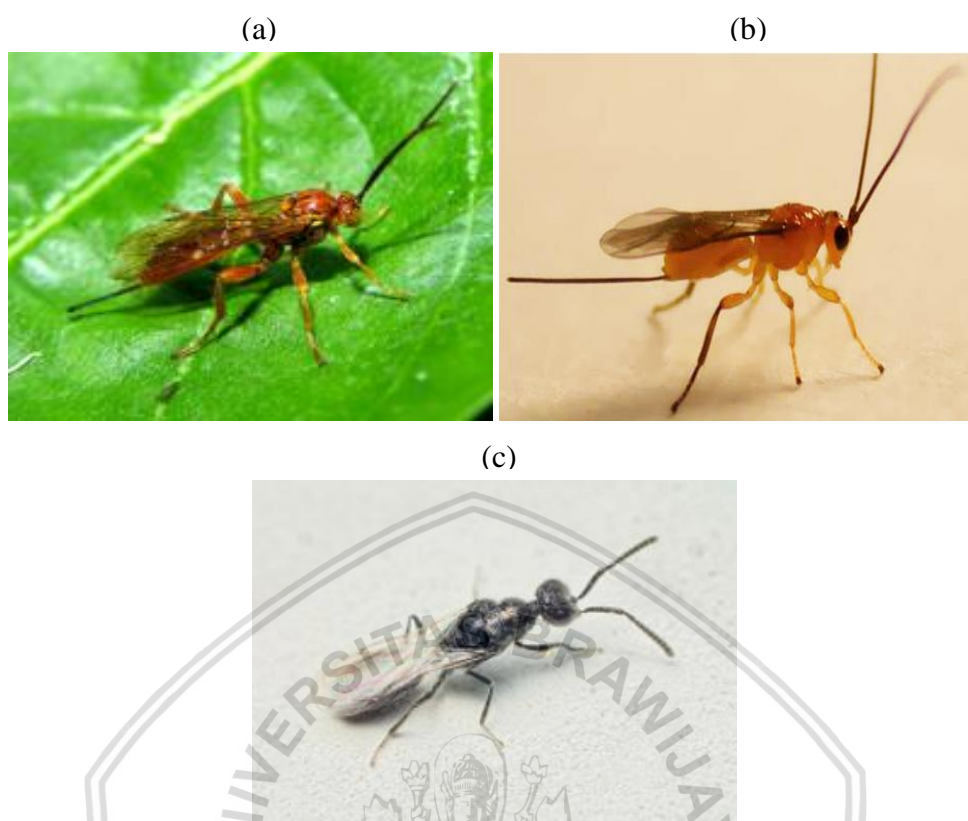
Subordo Apocrita diketahui memiliki peranan yang beragam terhadap ekosistem, diantaranya sebagai parasitoid, predator, pemakan madu (*mellivorous*), pemakan jamur (*fungivorous*) atau pemakan bangkai (*scavengers*); serta berperan sebagai fitofag pada fase larvanya (CSIRO 2001 dalam Lizmah 2015). Berdasarkan peranannya, subordo Apocrita dikelompokkan menjadi dua yaitu aculata dan parasitika. Apocrita aculata memiliki modifikasi pada bagian ovipositor menjadi alat penyengat (*stinger*) dan umumnya berperan sebagai

predator dan polinator. Kelompok parasitika dicirikan dengan ovipositor tidak berkembang sebagai penyengat melainkan sebagai alat untuk meletakkan telur.



Gambar 1. Morfologi Utama Struktur dan Bagian Hymenoptera: Subordo Apocrita (Goulet dan Huber, 1993).

Kelompok parasitika lebih dikenal dengan sebutan parasitoid yaitu golongan organisme yang hidupnya menumpang pada atau di dalam tubuh inangnya (hama) serta menghisap cairan tubuh inang supaya dapat tumbuh dan berkembang secara normal (Mahrub, 1987). Hampir 75% dari keseluruhan spesies subordo Apocrita adalah parasitoid dan berjumlah sekitar 39 famili (Goulet dan Huber, 1992). Dalam ordo Hymenoptera yang terbanyak mengandung parasitoid adalah famili Ichneumonidae, Braconidae dan beberapa famili yang termasuk Chalcidoidea (Gambar 2) (Untung, 1996).



Gambar 2. Beberapa Parasitoid dari Ordo Hymenoptera: (a) Famili Ichneumonidae (Dombroskie, 2012), (b) Famili Braconidae (Stunhl, et., al. 2011) dan (c) Superfamili Chalcidoidea (Dombroskie, 2012).

*Parasitoid* adalah golongan organisme yang hidupnya menumpang pada atau di dalam tubuh inangnya (hama) serta menghisap cairan tubuh inang supaya dapat tumbuh dan berkembang secara normal (Mahrub, 1987). *Parasitoid* dapat menyebabkan kematian pada inangnya. Kehidupan *parasitoid* sangat tergantung pada keberadaan atau populasi hama sebagai inang (*density dependent mortality factor*), sehingga kehidupan parasitoid dan hama tidak dapat dipisahkan karena merupakan suatu jalinan rantai makanan yang sangat penting dalam agroekosistem (BBPP KETINDAN, 2013).

Parasitoid dari kelompok Hymenoptera memiliki peran penting dalam pengendalian hayati dan polinator di lapangan. Himenoptera parasitika memainkan peran utama dalam pertanian berkelanjutan melalui kemampuan mereka untuk mengatur populasi hama serangga herbivora. Namun, banyak parasitoid hanya bisa mencapai potensi ekologi dan ekonomi sepenuhnya ketika memiliki sumber nektar yang sesuai (Wackers, 2004).

La Salle (1992) mengatakan bahwa spesies parasitoid terbanyak terdapat pada Ordo Hymenoptera. Parasitoid jumlahnya sangat berlimpah pada ekosistem terestrial. Parasitoid mempunyai kisaran inang yang cukup luas. Hal ini dibuktikan dengan keberhasilan parasitoid sebagai salah satu agens pengendali hayati yang berperan penting dalam mengendalikan populasi hama dan populasi serangga fitofag lainnya secara alami (Gambar 3). Sebagian besar parasitoid berkaitan dengan kemampuan dalam merespon kepadatan populasi serangga inang, sehingga parasitoid mampu menjaga keseimbangan ekologi dan memberikan kontribusi dalam keranekaragaman organisme lain.



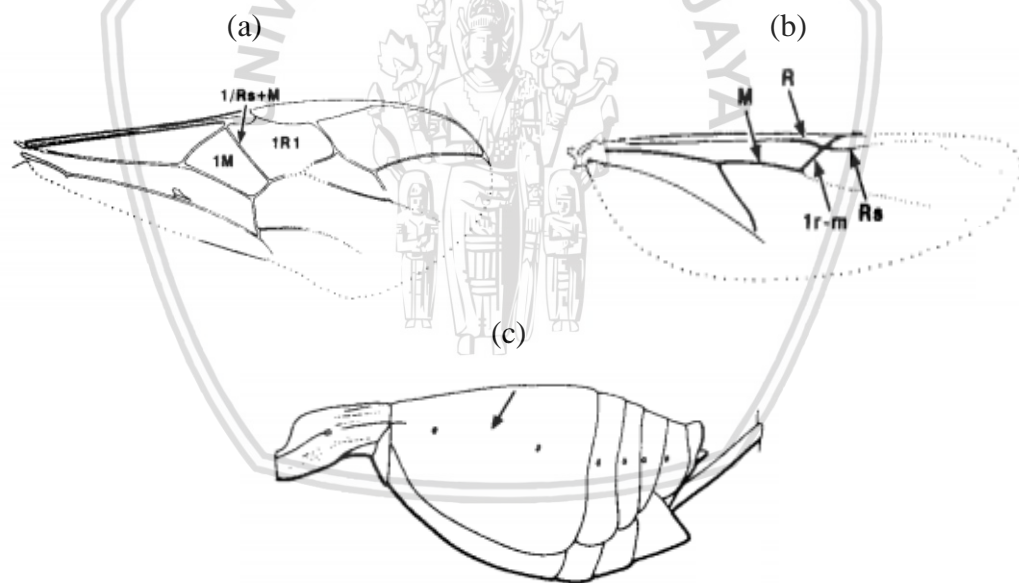
Gambar 3. Larva Lepidoptera yang Terparasiti Parasitoid: (a) Proses parasitisasi dan (b) Pasca terparasiti (Dombroskie, 2012).

Kebanyakan parasitoid dewasa mencari inang mereka dengan menggunakan bau. Parasitoid dapat mendeteksi bau inang secara langsung atau melalui aktivitas-aktivitas yang dilakukan inang, seperti kerusakan tanaman atau ulat frass (kotoran). Parasitoid mempelajari dan mengingat asosiasi tersebut, yangmana membuat mereka efisien dalam menemukan inang mereka. Keberadaan *parasitoid* sangat tergantung kepada tingkat kepadatan hama sebagai inangnya, sehingga bila populasi hama tinggi, maka biasanya diikuti peningkatan populasi *parasitoid*. Oleh karena itu, sistem pengendalian hama harus diarahkan pada model pengelolaan hama untuk menjaga keanekaragaman hayati sehingga ekosistem menjadi stabil yang dibangun oleh berbagai jenis makhluk hidup, termasuk serangga hama dan musuh alami (BBPP KETINDAN, 2013).

### Ciri-ciri Beberapa Famili Hymenoptera Parasitika

Setiap parasitoid dari ordo Hymenoptera memiliki ciri-ciri yang dapat membedakan antar famili satu dengan yang lainnya. Ciri-ciri tersebut dapat dibedakan dengan melihat beberapa bagian, seperti toraks, jumlah ruas antenna, bentuk abdomen, bentuk venasi sayap dan lain-lain. Masing-masing bagian menunjukkan ciri khusus yang berfungsi dalam proses identifikasi dari Hymenoptera paraasitika.

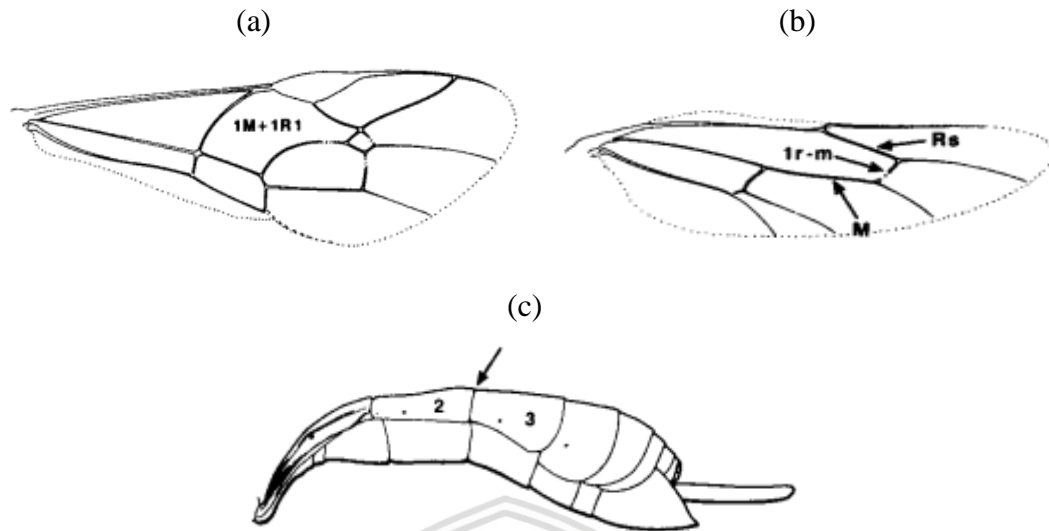
**Famili Braconidae.** Venasi 2m-cu pada sayap depan tidak ada. Terdapat venasi 1/Rs+M pada sayap depan (Gambar 4a). Venasi 1r-m pada sayap belakang biasanya terpisah menjadi R1 dan Rs (Gambar 4b). Metasoma tergum ruas kedua bersatu dengan ruas tergum ketiga (Gambar 4c). Braconidae adalah famili terbesar kedua dari Hymenoptera, dengan setidaknya 40.000 spesies. Famili ini tersebar diseluruh dunia dan beragam di semua area tanpa preferensi yang mencolok untuk daerah tropis atau untuk habitas basah atau kering (Sharkey, 1993).



Gambar 4. Ciri-Ciri Famili Braconidae: (a) Sayap depan, (b) Sayap belakang dan (c) metasoma tergum

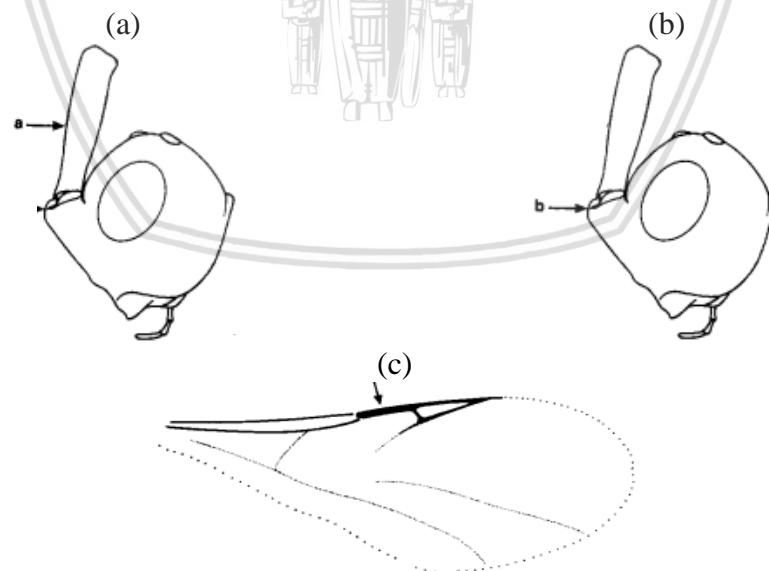
**Famili Ichneumonidae.** Sayap depan dengan venasi 2m-cu dan tidak ada vena 1/Rs+M (Gambar 5a). Sayap belakang dengan venasi 1r-m berkebalikan atau menyentuh pemisah dari venasi R1 dan Rs (Gambar 5b). Metasomal tergum kedua biasanya terpisah dengan yang ketiga dan pemisahnya fleksibel (Gambar 5c) (Wahl, 1993).





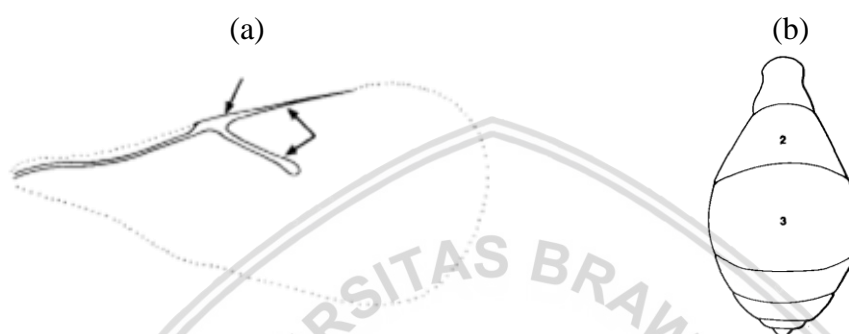
Gambar 5. Ciri-Ciri Famili Ichneumonidae: (a) Sayap depan, (b) Sayap belakang dan (c) metasoma tergum

**Famili Diapriidae.** Panjang tubuh umumnya 2 sampai 4 mm. Antena kurang lebih menyiku (Gambar 6a). Ruas skapus memanjang terletak pada bagian seperti lekukan pada kepala (Gambar 6b). Sayap depan tanpa stigma tetapi kadang dengan vena marginal yang menebal (Gambar 6c). Metasoma dengan petiol yang jelas, tergum kedua metasoma paling panjang. Ovipositor hampir seluruhnya tersembunyi (Masner, 1993).



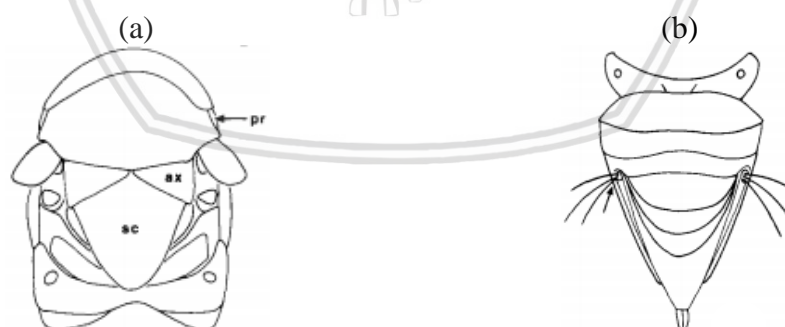
Gambar 6. Ciri-Ciri Famili Diapriidae: (a) Posisi antena, (b) Ruas skapus dan (c) Bagian sayap

**Famili Scelionidae.** Panjang tubuh umumnya berkisar antara 1-2,5 mm, biasanya berwarna hitam, kadang kuning. Antena umumnya mempunyai 9 atau 10 ruas flagelomer. Pada sayap depan, vena submarginal biasanya mencapai ujung anterior sayap. Terdapat vena stigma dan seringkali mempunyai vena post marginal (Gambar 7a). Sayap belakang umumnya dengan vena submarginal mencapai hamuli. Metasoma umumnya pipih dorsoventral. Tergum ruas kedua atau ketiga lebih panjang dari pada ruas lainnya (Gambar 7b) (Masner, 1993).



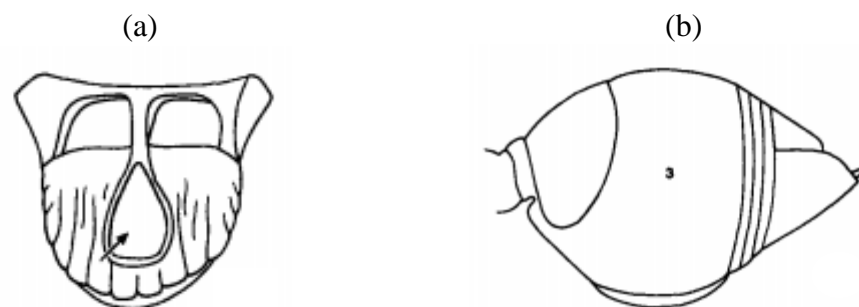
Gambar 7. Ciri-Ciri Famili Scelionidae: (a) Sayap depan dan (b) metasoma tergum

**Famili Encyrtidae.** Tubuh dengan pronotum yang terlihat jelas dari arah dorsal. Mesoscutum biasanya tanpa notauli, namun bila notauli ada maka berbentuk linear. Aksila hampir lurus dan bertemu di bagian tengah (Gambar 8 a). Sersi terletak pada ujung anterior metasoma. Pada bagian metasoma tergum terdapat bentukan seperti huruf M di antara sersi (Gambar 8 b) (Gibson, 1993).



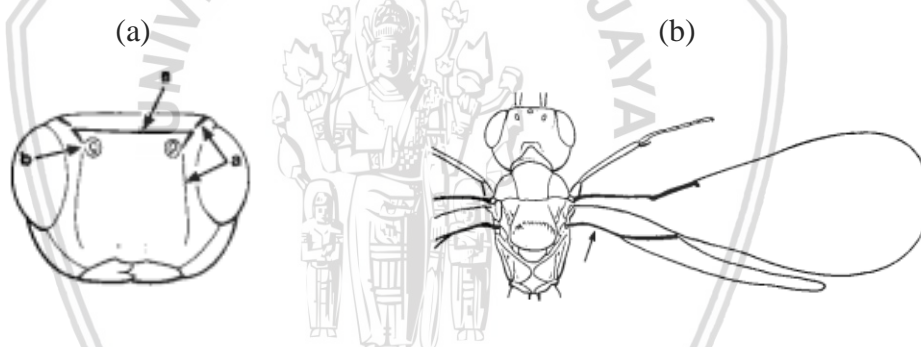
Gambar 8. Ciri-Ciri Famili Encyrtidae: (a) Posisi Aksila dan (b) metasoma tergum

**Famili Eucilidae.** Skutellum pada famili ini mempunyai karakteristik yang khusus, yaitu berbentuk seperti tetes air mata (Gambar 9a). Ruas tergum metasoma kedua atau ketiga terlihat lebih besar daripada ruas lainnya (Gambar 9b). Eucilidae merupakan famili terbesar dari Cynipoidea (Ritchie, 1993).



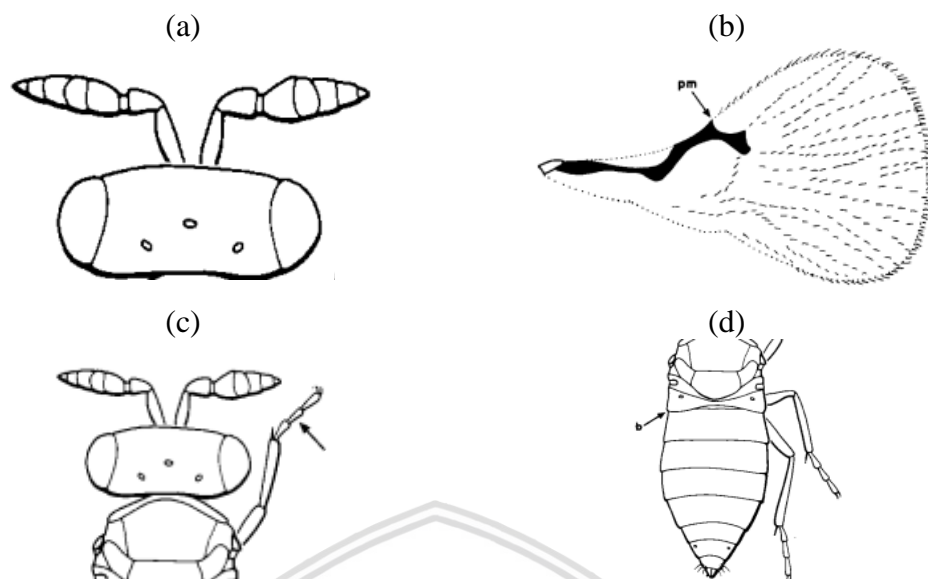
Gambar 9. Ciri-Ciri Famili Eucoilidae: (a) Skutellum dan (b) metasoma tergum

**Famili Mymaridae.** Umumnya panjang tubuh kurang dari 1,5 mm. Letak antena lebih dekat pada mata dari pada antara antena (Gambar 10a). Betina mempunyai antena menggada yang jelas, antena jantan tidak menggada. Terdapat garis seperti huruf H pada kepala bagian verteks (Gambar 10a). Pangkal sayap belakang biasanya berbentuk seperti tangkai dengan membran pada bagian apikal sayap (Gambar 10b). Taji pada tibia depan relatif panjang dan melengkung. Tarsi dengan 4 atau 5 tarsomer (Gibson, 1993).



Gambar 10. Ciri-Ciri Famili Mymaridae: (a) bagian kepala dan (b) pangkal sayap belakang

**Famili Trichogrammatidae.** Ukuran tubuh umumnya 1 mm atau kurang dan kurang tersklerotisasi. Tubuh tidak metalik. Antena lebih pendek dari pada panjang kepala dan metasoma, mempunyai 3-7 ruas flagelomer, ruas gada 1-3 flagelomer (Gambar 11a). Sayap depan bervariasi dari lebar sampai sempit. Sebagian seta sayap sering membentuk baris (Gambar 11b). Tarsi dengan tiga ruas tarsomer (Gambar 11c). Metasoma menempel pada mesosoma tanpa ada penggentingan (Gambar 11d) (Gibson, 1993).



Gambar 11. Ciri-Ciri Famili Trichogrammatidae: (a) bagian flagelomer, (b) bagian sayap, (c) bagian tarsi dan (d) posisi metasoma

### Parasitoid Sebagai Pengendali Hayati

Setiap spesies serangga termasuk serangga hama sebagai bagian dari kompleks komunitas yang dapat diserang atau menyerang organisme lain. Bagi serangga yang diserang organisme penyerang kemudian disebut 'musuh alami'. Hampir semua kelompok organisme dapat berfungsi sebagai musuh alami serangga hama termasuk binatang vertebrata, nematode, organism mikro, invertebrate diluar serangga. Kelompok musuh alami yang paling penting adalah dari golongan serangga. Berdasarkan fungsinya, salah satu kelompok musuh alami yaitu parasitoid. Sebagai agensia pengendalian hayati parasitoid sangat baik digunakan dan selama ini paling sering berhasil mengendalikan hama dibandingkan dengan kelompok agensia pengendali lainnya (Untung, 1993).

Keberhasilan semua teknik pengendalian dengan parasitoid sangat ditentukan oleh sinkronisasi antara fenologi inang dan parasitoid di lapangan. Fase larva parasitoid hanya dapat hidup pada fase hidup inang tertentu terutama telur dan larva sehingga kelanjutan hidup parasitoid sangat ditentukan oleh ketersediaan fase inangnya yang tepat. Apabila pada waktu induk parasitoid akan meletakkan telurnya tetapi pada waktu itu tidak tersedia fase inang yang tepat parasitoid tersebut tidak akan dapat melaksanakan fungsinya untuk

mengendalikan populasi hama. Oleh karena itu siklus hidup dan fenologi hama dan inang perlu dipelajari dan diketahui lebih dahulu sebelum usaha penggunaan parasitoid misalkan dengan introduksi dan pelepasan dilaksanakan di lapangan. Juga perlu dipelajari pengaruh berbagai faktor lain seperti cuaca dan tindakan manusia terhadap fenologi dan perkembangan populasi parasitoid dan inangnya (Untung, 1993).

### **Pentingnya Keanekaragaman Hayati**

Keanekaragaman hayati adalah jumlah total atau seluruh variasi yang terdapat pada makhluk mulai dari gen, spesies hingga ekosistem di suatu tempat atau dalam biosfer. Namun keanekaragaman bukan hanya sekedar jumlah variasi keseragaman, atau kekayaan pada suatu waktu dan tempat, tetapi yang lebih penting di dalam ekosistem terjadi interaksi di antara komponen sehingga dapat tercipta keseimbangan peran spesies-spesies sebagai produsen, predator, parasitoid, herbivora, pengurai dan fungsinya (Krebs, 1999).

Menurut Untung (1993) menyatakan bahwa PHT lebih mengutamakan pengendalian dengan memanfaatkan peran berbagai musuh alami hama. Musuh alami adalah organisme di alam yang dapat membunuh serangga, melemahkan serangga, sehingga dapat mengakibatkan kematian pada serangga, dan mengurangi fase reproduktif dari serangga. Musuh alami berperan dalam menurunkan populasi hama sampai pada tingkat populasi yang tidak merugikan.

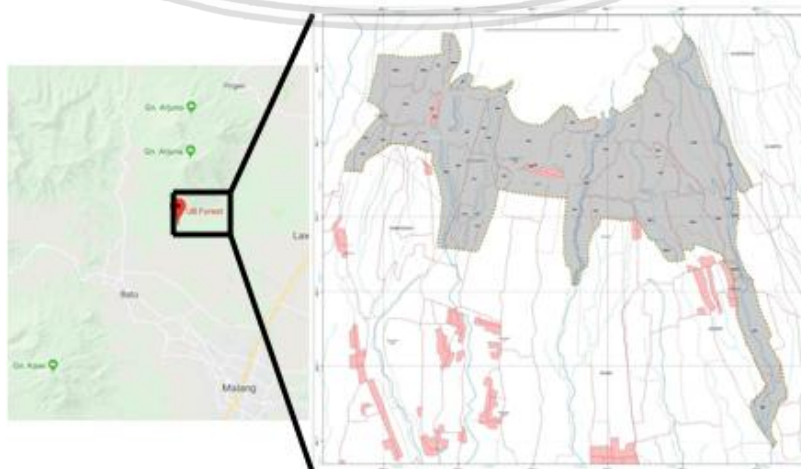
Nilai kompleksitas suatu lanskap akan tinggi jika diisi oleh vegetasi yang beragam, sehingga akan banyak jenis sumber daya yang dapat dimanfaatkan serangga inang atau serangga parasitoid. Keanekaragaman tanaman berbanding lurus dengan keanekaragaman faktor fisik, kimia dan biologi yang akan mempengaruhi serangga inang dan parasitoid. Keanekaragaman parasitoid biasanya mengikuti keanekaragaman inang yang akan semakin tinggi di daerah equator. Umur tanaman dan senyawa kimia tanaman berpengaruh terhadap proses pencarian inang (Godfray, 1994).



### Hutan Pendidikan UB

Sejak tahun 2016, Universitas Brawijaya (UB) diberi kewenangan Menteri Kehutanan dan Lingkungan Hidup RI untuk mengelola hutan produksi seluas 544, 74 ha yang sebelumnya dikelola oleh Perum Perhutani, sehingga menjadi Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus untuk Pendidikan (KHTKP). Hutan produksi tersebut terletak di kaki lereng Gunung Arjuna dengan ketinggian kurang lebih 1200 mdpl yang berbatasan dengan Kota Batu (Kecamatan Karangploso) dan Kabupaten Malang (Kecamatan Singosari) (Gambar 12).

Hutan Pendidikan Universitas Brawijaya atau *UB Forest* Malang ditetapkan oleh Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tanggal 19 September 2016, dengan surat keterangan SK.676/Menlhk-Setjen/2015. *UB Forest* terdiri atas hutan konservasi dan hutan produksi. Terdapat 8 tipe penggunaan lahan antara lain kawasan lindung, agroforestri pinus-kopi, agroforestri pinus-semusim, agroforestri mahoni-kopi, agroforestri mahoni-talas, agroforestri mahoni-semusim. Jenis tanaman pada hutan produksi didominasi oleh pinus. Tanaman bawah tegakan yang diusahakan oleh masyarakat setempat antara lain: kopi, jahe, wortel, sawi dan jenis sayuran lainnya. *UB Forest*, terletak di lereng Gunung Arjuno tepatnya Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang, dengan ketinggian 1200 meter di atas permukaan laut dan berada di lereng Gunung Arjuno yang memiliki ketinggian 3339 meter (Kementrian Lingkungan Hidup dan kehutanan, 2017).



Gambar 12. Letak Posisi Hutan Pendidikan *UB Forest*

### III. METODE PENELITIAN

#### Waktu dan Tempat

Penelitian ini mulai dilaksanakan pada bulan November 2017 sampai bulan Januari 2018 terletak di kawasan Hutan Pendidikan *UB Forest*, Dusun Sumbersari Desa Tawangargo dan Dusun Buntoro, Desa Ngenep, Karangploso, Malang. Identifikasi jenis-jenis Hymenoptera parasitika yang telah dikoleksi dilaksanakan pada bulan Februari sampai Mei 2018 di Laboratorium Entomologi Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

#### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi nampan plastik (tinggi 5 cm, panjang 20 cm dan lebar 10 cm), kuas, pensil, pinset, jerigen 5 liter, kain saring, plastik klip, mikroskop, *Global Positioning System* (GPS), kamera, tabung fial dan botol spesimen (*eppendorf tube*). Bahan yang digunakan terdiri atas alkohol 70%, air, garam, sabun, cat kuning dan kertas label.

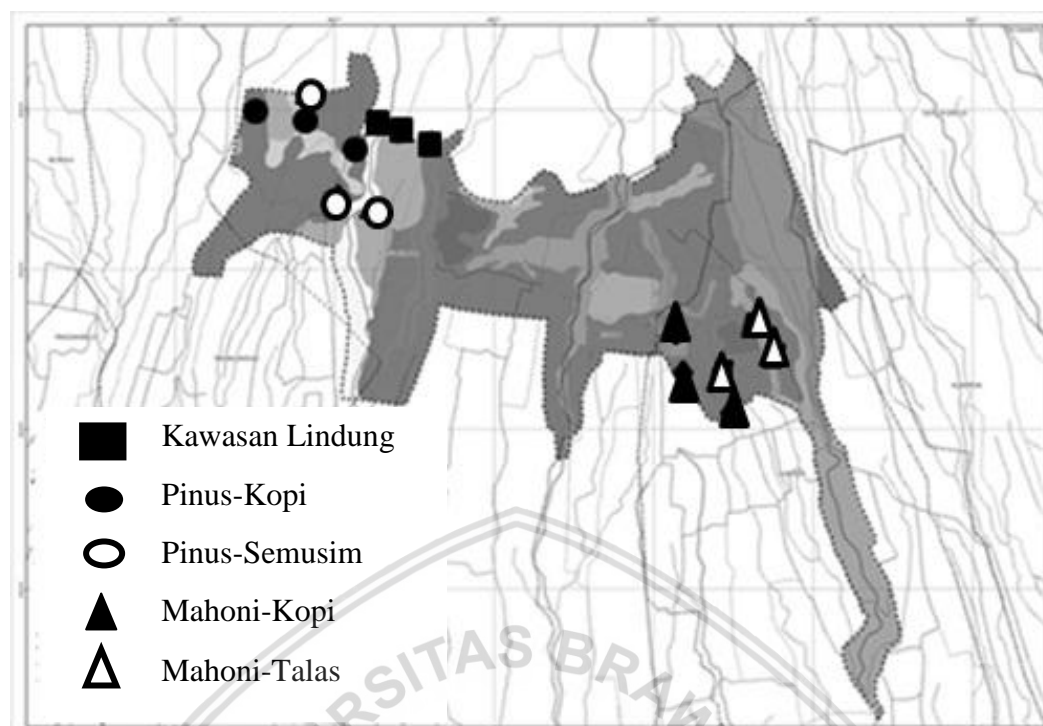
#### Pelaksanaan Penelitian

##### Penentuan Lokasi dan Plot Pengamatan

Survei lahan dilakukan untuk menentukan lokasi penelitian dengan mendatangi lahan dan selanjutnya diidentifikasi tipe penggunaan lahannya. Lokasi penelitian berada di dua desa yaitu Dusun Sumbersari, Desa Tawangargo dan Dusun Buntoro, Desa Ngenep. Terdapat 2 macam tipe penggunaan lahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kawasan lindung dan agroforestri. Plot penelitian pada kawasan agroforestri dibagi menjadi 4, yaitu tanaman pinus dengan kopi, tanaman pinus dengan tanaman semusim, tanaman mahoni dengan kopi, dan tanaman mahoni dengan talas. Umur tanaman pinus dan mahoni pada kawasan agroforestri berkisar antara 31-40 tahun. Pada lokasi penelitian di Dusun Sumbersari, plot yang diamati adalah kawasan lindung, pinus-kopi, dan pinus-semusim, sedangkan di Dusun Buntoro yaitu mahoni-kopi serta mahoni-talas (Gambar 13). Setelah lahan sesuai kriteria ditentukan, selanjutnya dilakukan penandaan lokasi menggunakan *Global Positioning System* (GPS) untuk mengetahui ketinggian dan koordinat tempat yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi Pengamatan

| Penggunaan Lahan | Plot | Lokasi Pengamatan | Koordinat                     | Elevasi (m dpl) |
|------------------|------|-------------------|-------------------------------|-----------------|
| Kawasan Lindung  | KL1  | Dusun Sumpersari  | 07.82240°LS<br>112.58052° BT  | 1250            |
|                  | KL2  |                   | 07.82240° LS<br>112.58123° BT | 1254            |
|                  | KL3  |                   | 07.82454° LS<br>112.58356° BT | 1256            |
| Mahoni-kopi      | MK1  | Dusun Buntoro     | 07.83610° LS<br>112.59802° BT | 1057            |
|                  | MK2  |                   | 07.83739° LS<br>112.59955° BT | 1053            |
|                  | MK3  |                   | 07.83792° LS<br>112.60060° BT | 1046            |
| Mahoni-talas     | MT1  | Dusun Buntoro     | 07.83660°LS<br>112.59798° BT  | 1055            |
|                  | MT2  |                   | 07.83753° LS<br>112.59949° BT | 1050            |
|                  | MT3  |                   | 07.83844° LS<br>112.60060° BT | 1043            |
| Pinus-kopi       | PK1  | Dusun Sumpersari  | 07.82494°LS<br>112.57948° BT  | 1235            |
|                  | PK2  |                   | 07.82404° LS<br>112.57744° BT | 1247            |
|                  | PK3  |                   | 07.82184° LS<br>112.57332° BT | 1261            |
| Pinus-semusim    | PS1  | Dusun Sumpersari  | 07.82344° LS<br>112.57625° BT | 1250            |
|                  | PS2  |                   | 07.82134° LS<br>112.57456° BT | 1277            |
|                  | PS3  |                   | 07.82305° LS<br>112.57406° BT | 1247            |



Gambar 13. Lokasi dan Persebaran Plot Pengambilan Sampel di Dusun Sumbersari dan Buntoro, Desa Tawangargo dan Ngenep, Karangploso, Malang.

#### **Pemasangan Perangkap *Yellow Pan***

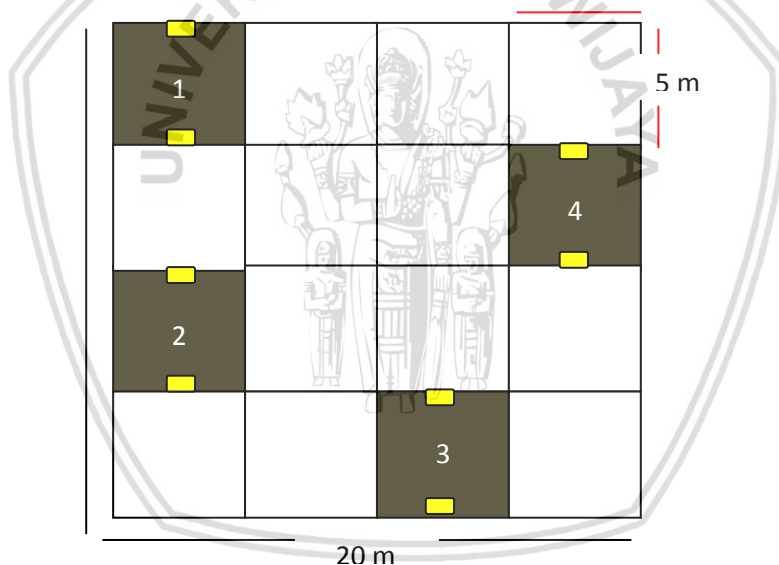
Koleksi sampel serangga Hymenoptera parasitika dilakukan dengan menggunakan metode perangkap *Yellow Pan*. Perangkap yang digunakan terdiri dari nampan plastik dengan panjang 20 cm, lebar 10 dan tinggi 5 cm yang dicat warna kuning. Perangkap *Yellow Pan* dimanfaatkan berdasarkan ketertarikan serangga terhadap warna. Perangkap ini berbentuk mangkuk dengan warna kuning terang yang diletakkan di atas permukaan tanah. Cairan perangkap dibuat dari campuran air, garam dan sabun. Untuk air dalam satu jerigen ukuran 5 liter, garam yang digunakan sejumlah 2 sendok makan dan sabun cair kurang lebih 63 tetes, lalu campuran dikocok.

*Yellow Pan* biasanya diisi dengan air sabun atau alkohol. Penggunaan air sabun atau alkohol berfungsi untuk mematikan serangga yang terjatuh ke dalam perangkap. Penggunaan air sabun lebih sering digunakan karena tidak mengalami penguapan seperti yang terjadi pada alkohol (Hendrival, 2017).

#### **Metode Pengambilan Sampel Serangga Hymenoptera Parasitika**

Metode yang digunakan merupakan kombinasi metode survei dan metode perangkap jebak. Pada masing-masing dari 15 plot pengamatan yaitu 5 perlakuan

dan 3 ulangan dengan luasan masing-masing 20 meter ditentukan 4 sub plot pengambilan sampel serangga Hymenoptera parasitika. Pada masing-masing subplot dipasang 2 perangkat yaitu *yellow pan*. Sebaran dilakukan pengambilan sampel serangga dilakukan dengan metode yang sama pada semua plot (Gambar 14). *Yellow pan* dipasang diatas permukaan tanah dengan diberi air dari larutan sabun sebanyak 250-500 ml ( $\frac{1}{4}$  sampai  $\frac{1}{2}$  dari tinggi *yellow pan*). Setelah dilakukan pemasangan perangkat jebak, diperlukan waktu 24 jam untuk selanjutnya dilakukan pengambilan serangga yang tertangkap. Pengambilan sampel dilakukan 3 x 24 jam dalam 1 bulan yang diulangi dalam selang waktu 3 bulan yaitu dalam periode November 2017-Januari 2018. Serangga yang tertangkap dari lapang dimasukkan ke tabung fial yang telah berisi air alkohol untuk diawetkan dan agar tidak rusak karena air sabun, kemudian label yang ditulis dengan pensil dimasukkan ke dalam tabung.



Keterangan :

- Yellow pan trap*
- Luas 1 plot
- Jarak antar sub plot
- Sub plot pengambilan sampel

Gambar 14. Desain Pengambilan Sampel pada Plot Penelitian.

### Identifikasi Serangga Parasitoid

Setelah pengambilan sampel dilapang serangga disortir berdasarkan taksa agar lebih mudah dalam identifikasi selanjutnya, serangga kemudian dimasukkan



ke dalam *eppendorf tube* berisi alkohol berdasarkan taksa dan diberikan label. Serangga Hymenoptera parasitika yang diidentifikasi merupakan serangga yang berhasil dikoleksi dengan jebakan dan disortir. Identifikasi Hymenoptera parasitika dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler di laboratorium. Seluruh spesimen Hymenoptera Parasitika diidentifikasi sampai tingkat famili dengan mengacu pada kunci identifikasi "*Hymenoptera of The World*" (Goulet dan Huber, 1993).

### **Analisis Vegetasi**

Kegiatan analisis vegetasi dilakukan untuk mengetahui komposisi vegetasi di 15 plot pada 5 jenis tipe penggunaan lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest*. Analisis vegetasi dilakukan secara kuantitatif pada plot berukuran 20 m x 20 m. plot terdiri dari subplot yang disusun secara selang-seling sejajar garis kontur. Semua jenis yang ditemukan dalam tiap subplot dicatat jenis dan jumlahnya. Parameter yang diukur di lapangan meliputi nama jenis dan jumlah individu tiap jenis.

### **Pengukuran Persentase Penutupan Kanopi**

Pengambilan data dilakukan pada masing-masing plot di tiap tipe penggunaan lahan. Pengambilan gambar foto dengan metode optik yang memanfaatkan kamera. Kanopi pohon sampel difoto dari atas permukaan tanah pada keempat sisi pohon yang mewakili dari satu plot penelitian. Foto dikonversi menjadi hitam putih dengan menggunakan software *ImageJ* yang kemudian dihitung persentase penutupan kanopi.

### **Analisis Data Penelitian**

Data hasil penelitian ditabulasi dengan menggunakan microsoft excel. Analisis keanekaragaman Hymenoptera parasitika dihitung berdasarkan prinsip keanekaragaman alfa, yaitu ukuran keanekaragaman pada tingkat yang paling sederhana yang dapat didefinisikan sebagai jumlah spesies yang ditemukan dalam komunitas (Maguran, 2004).

Pengukuran keanekaragaman  $\alpha$  pada lokasi pengambilan sampel dihitung dengan menggunakan indeks Shannon-Wiener ( $H'$ ). Kemerataan spesies



dianalisis dengan indeks kemerataan Pielou's (E). Dominansi spesies pada tiap lokasi dihitung dengan rumus Indeks Simpson (C).

Indeks keanekaragaman menunjukkan kekayaan spesies dalam suatu komunitas dan memperlihatkan keseimbangan dalam pembagian jumlah per individu per spesies.

$$H' = -\sum (P_i \ln P_i) \dots \dots \dots (i)$$

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman  
 $\sum$  : Jumlah spesies  
 $P_i$  :  $n_i/N$   
 $n_i$  : Jumlah individu spesies ke-i  
 $N$  : Jumlah individu total

Indeks kemerataan menunjukkan pola kemerataan suatu spesies dengan spesies lainnya pada suatu komunitas.

$$E = H' / \ln (s) \dots \dots \dots (ii)$$

Keterangan:

E : Indeks kemerataan jenis  
 $S$  : Jumlah jenis  
 $H'$  : Indeks kemerataan jenis  
 $\ln$  : Logaritma natural

Indeks dominansi menunjukkan ada atau tidaknya spesies yang mendominasi spesies lainnya dalam suatu komunitas.

$$D = \sum \left[ \frac{n_i}{N} \right]^2 \text{ (Dabkowska et al., 2017)}$$

$$C = 1 - D \text{ (Oksanen et al., 2018)} \dots \dots \dots (iii)$$

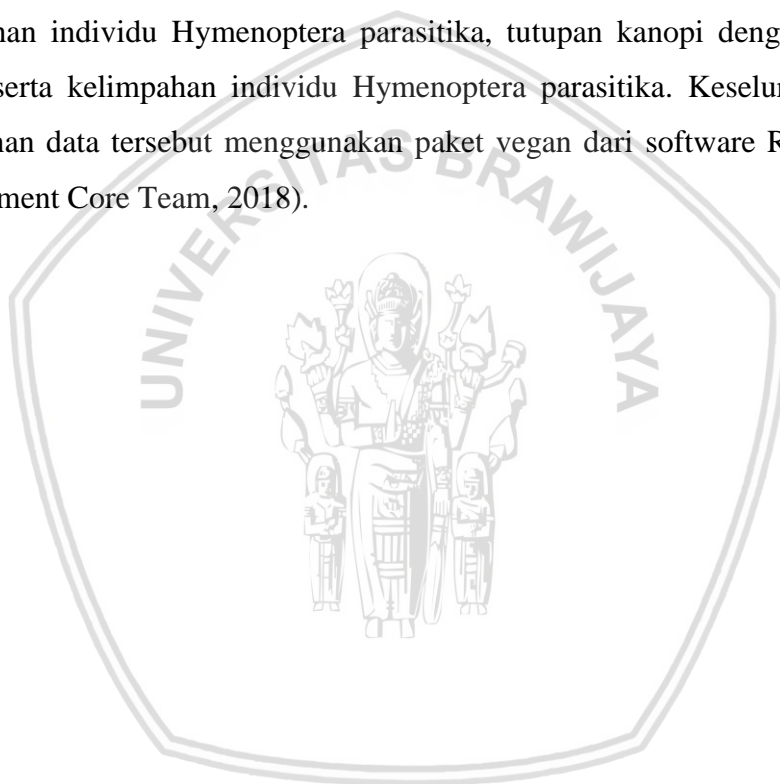
Keterangan:

C : Indeks dominansi  
 $n_i$  : Jumlah individu  
 $N$  : Jumlah individu total

Uji lanjut pengaruh tipe penggunaan lahan terhadap keanekaragaman Hymenoptera parasitika menggunakan ANOVA. Sedangkan uji lanjut terhadap pengaruh tipe penggunaan lahan terhadap komposisi komunitas Hymenoptera parasitika menggunakan Analisis Kesamaan Satu Arah (ANOSIM) dan Non Metric Multidimensional Scaling (NMDS). Ada empat nilai stress value yang digunakan untuk mendeteksi akurasi nilai suatu plot yang menggambarkan struktur/komposisi spesies asli dengan struktur komposisi sampel yang didapat, yaitu stress value < 0,05 merupakan plot yang sempurna, dengan kemungkinan

tidak ada kesalahan dalam menginterpretasikannya. Stress value = 0,15 menggambarkan plot yang cukup akurat dengan tingkat kesalahan interpretasi rendah. Stress value < 0,2 menggambarkan plot kurang baik untuk digunakan. Stress value > 0,2 sangat besar kemungkinan terjadi kesalahan dalam menginterpretasikannya (Clarke, 1993).

Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara: kekayaan spesies vegetasi dengan kekayaan spesies dan kelimpahan individu Hymenoptera parasitika, kelimpahan individu vegetasi dengan kekayaan spesies dan kelimpahan individu Hymenoptera parasitika, ketinggian tempat dengan kekayaan spesies dan kelimpahan individu Hymenoptera parasitika, tutupan kanopi dengan kekayaan spesies serta kelimpahan individu Hymenoptera parasitika. Keseluruhan proses pengolahan data tersebut menggunakan paket vegan dari software R-Statistic (R Development Core Team, 2018).



#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

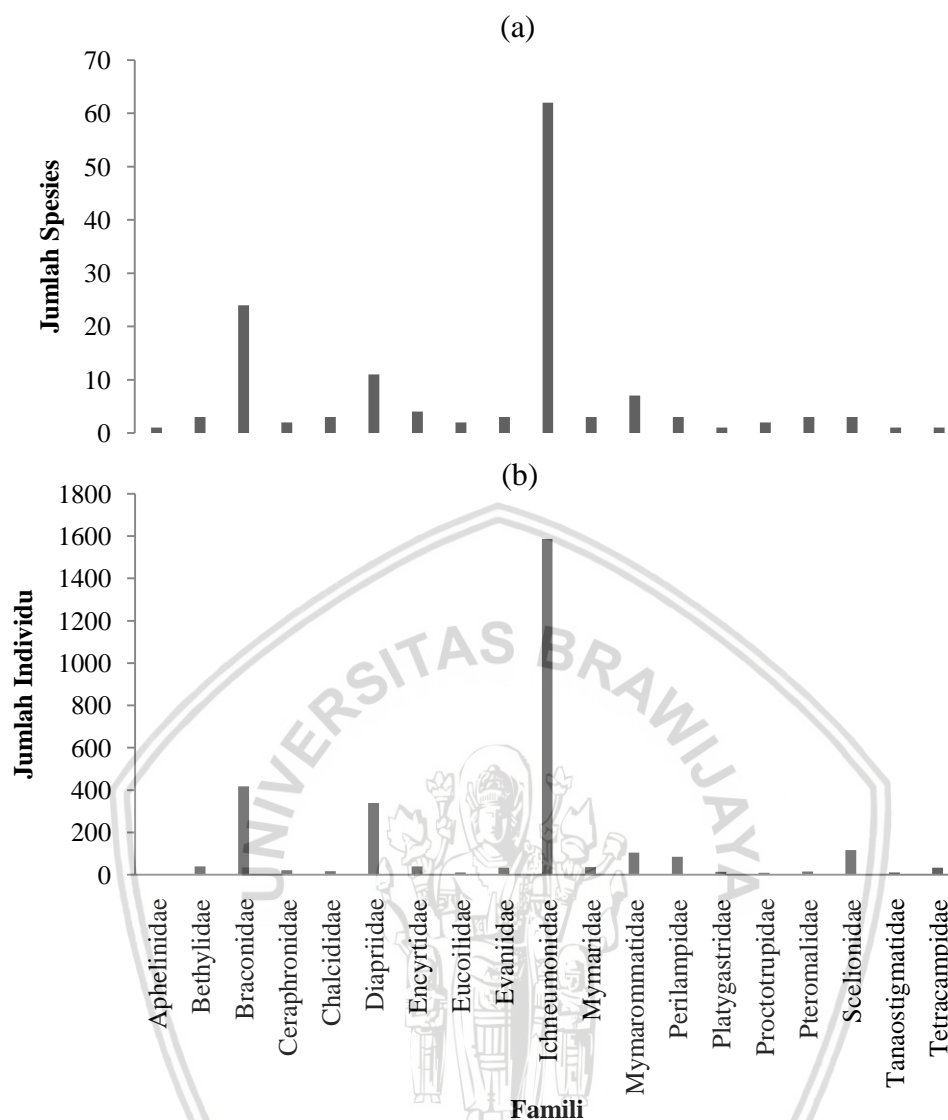
##### Keanekaragaman Hymenoptera Parasitika di Hutan Pendidikan *UB Forest*

Keanekaragaman Hymenoptera parasitika yang didapatkan di Hutan Pendidikan *UB Forest* dalam periode bulan November 2017-Januari 2018 adalah 2929 individu yang terdiri dari 19 famili dan 142 spesies (Tabel 2). Spesies dominan di Hutan Pendidikan *UB Forest* adalah dari famili Ichneumonidae, Braconidae dan Diapriidae (Gambar 15a). Sedangkan kelimpahan individu terbanyak juga dimiliki oleh famili Ichneumonidae kemudian famili Braconidae dan Diapriidae (Gambar 15b; Gambar Lampiran 1).

Tabel 2. Kekayaan Spesies dan Kelimpahan Individu Hymenoptera Parasitika di Hutan Pendidikan *UB Forest*

| Famili           | Kekayaan Spesies dan Kelimpahan Individu |      |             |     |              |     |            |     |               |     |
|------------------|--|------|-------------|-----|--------------|-----|------------|-----|---------------|-----|
|                  | Kawasan Lindung                          |      | Mahoni-kopi |     | Mahoni-talas |     | Pinus-kopi |     | Pinus-semusim |     |
|                  | S  | N    | S           | N   | S            | N   | S          | N   | S             | N   |
| Aphelinidae      | 1  | 1    | 0           | 0   | 1            | 1   | 0          | 0   | 0             | 0   |
| Bethylidae       | 2  | 11   | 2           | 4   | 3            | 8   | 3          | 8   | 3             | 8   |
| Braconidae       | 24                                       | 298  | 11          | 21  | 12           | 27  | 20         | 41  | 12            | 31  |
| Ceraphronidae    | 2  | 9    | 1           | 2   | 1            | 2   | 2          | 6   | 2             | 2   |
| Chalcididae      | 2  | 11   | 1           | 2   | 1            | 1   | 0          | 0   | 2             | 2   |
| Diapriidae       | 11                                       | 182  | 10          | 67  | 9            | 52  | 9          | 31  | 4             | 7   |
| Encyrtidae       | 3  | 14   | 4           | 6   | 4            | 6   | 2          | 6   | 3             | 8   |
| Eucolidae        | 2  | 4    | 1           | 1   | 1            | 1   | 2          | 3   | 1             | 1   |
| Evaniidae        | 3  | 18   | 2           | 3   | 2            | 4   | 3          | 8   | 0             | 0   |
| Ichneumonidae    | 61                                       | 1048 | 37          | 75  | 29           | 64  | 51         | 297 | 40            | 103 |
| Mymaridae        | 3  | 15   | 1           | 5   | 2            | 4   | 3          | 7   | 3             | 6   |
| Mymarommatidae   | 7  | 32   | 6           | 33  | 6            | 15  | 7          | 14  | 6             | 11  |
| Perilampidae     | 3  | 38   | 2           | 8   | 2            | 9   | 3          | 8   | 2             | 21  |
| Platygastridae   | 1  | 5    | 1           | 1   | 1            | 1   | 1          | 2   | 1             | 4   |
| Proctotrupidae   | 2  | 9    | 0           | 0   | 0            | 0   | 0          | 0   | 0             | 0   |
| Pteromalidae     | 2  | 4    | 1           | 1   | 1            | 3   | 2          | 2   | 2             | 5   |
| Scelionidae      | 3  | 88   | 2           | 7   | 2            | 4   | 2          | 4   | 2             | 14  |
| Tanaostigmatidae | 1  | 2    | 1           | 2   | 1            | 3   | 1          | 4   | 0             | 0   |
| Tetracampidae    | 1  | 24   | 0           | 0   | 1            | 6   | 1          | 1   | 1             | 2   |
| Total            | 135                                      | 1813 | 84          | 238 | 80           | 211 | 113        | 442 | 85            | 225 |
| Total N=142      |  |      |             |     |              |     |            |     |               |     |
| Total S= 2929    |  |      |             |     |              |     |            |     |               |     |

Keterangan: N=Jumlah Individu, S=Jumlah Spesies



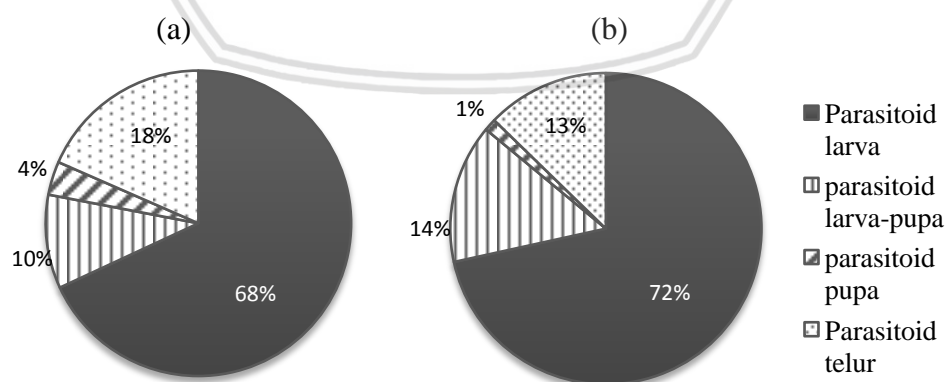
Gambar 15. (a) Kekayaan Spesies dan (b) Kelimpahan Individu Hymenoptera Parasitika di Hutan Pendidikan *UB Forest*

Hasil tersebut menunjukkan bahwa secara umum keanekaragaman spesies dan kekayaan individu di kawasan Hutan Pendidikan *UB Forest* tinggi. Hal tersebut berpengaruh pada keberadaan Hymenoptera parasitika dalam menjalankan perannya sebagai parasitoid. Sahari (2012) menyatakan bahwa keanekaragaman Hymenoptera parasitika mengikuti keanekaragaman serangga fitofag yang menjadi inang parasitoid dan keanekaragaman serangga fitofag bergantung pada tumbuhan yang tersedia di ekosistem.

Famili Ichneumonidae merupakan famili dominan di Hutan Pendidikan *UB Forest* dikarenakan memiliki kekayaan spesies tertinggi yaitu 62 spesies dan

kelimpahan individu terbanyak yaitu 1587 individu. Famili Ichneumonidae memiliki kisaran spesies terbanyak dalam ordo Hymenoptera. Wahl (1993) melaporkan bahwa Ichneumonidae adalah famili terbesar dalam Hymenoptera (dan salah satu yang terbesar dari Insekta) dengan setidaknya ada 60.000 spesies. Selain itu Ichneumonids merupakan parasitoid pada serangga holometabola dan memiliki kisaran inang yang luas (Coleopteran, Dipteran, Hymenopteran, Lepidopteran, Raphidiopteran, Trichopteran) atau Chelicerata (Imago Araneae dan telur Pseudoscorpionida). Inang utamanya adalah Hymenoptera kelompok Sympita dan ordo Lepidoptera.

Hasil koleksi Hymenoptera parasitika di lapang kemudian dikelompokkan peranannya berdasarkan informasi yang diperoleh dari pustaka (CSIRO 1974, Goulet dan Huber, 1993). Berdasarkan informasi tersebut dilihat dari kekayaan spesies didapatkan hasil bahwa Hymenoptera parasitika di Hutan Pendidikan *UB Forest* yang berperan dominan adalah sebagai parasitoid larva (68%) diikuti parasitoid telur (18%), kemudian parasitoid larva-pupa (10%) dan parasitoid pupa (4%) (Gambar 16a). Sedangkan dilihat dari kelimpahan individu didapatkan hasil bahwa Hymenoptera parasitika yang berperan dominan adalah sebagai parasitoid larva (72%) diikuti parasitoid larva-pupa (14%), kemudian parasitoid telur (13%) dan parasitoid pupa (1%) (Gambar 16b). Parasitoid larva mendominasi di Hutan Pendidikan *UB Forest*, sedangkan parasitoid pupa memiliki persentase paling sedikit.



Gambar 16. Peranan Parasitoid di Hutan Pendidikan *UB Forest*: (a) berdasarkan kekayaan spesies dan (b) berdasarkan kelimpahan individu

Hymenoptera parasitika yang berperan sebagai parasitoid larva antara lain dari famili Bethilidae, Braconidae, Ichneumonidae, Proctotrupidae, Tetracampidae, dan Eucolidae. Sedangkan yang berperan sebagai parasitoid larva-pupa adalah dari famili Diapriidae dan Perilampidae. Famili Ceraphronidae dan Chalcididae sebagai parasitoid pupa. Terakhir, parasitoid telur adalah dari famili Aphelinidae, Evaniidae, Mymaridae, Mymarommatidae, Platygasteridae, Proctotrupidae, Pteromalidae, Scelionidae, Tanaostigmatidae dan Encyrtidae (Tabel Lampiran 1).

Sedangkan berdasarkan jumlah imago yang berkembang dalam satu inang, parasitoid dibagi menjadi parasitoid soliter dan gregarius. Hasil studi pustaka menunjukkan sebagian besar parasitoid yang ditemukan pada berbagai tipe lahan di *UB Forest* sebanyak 98% memiliki cara menyerang sebagai parasitoid soliter dan 2% sebagai parasitoid gregarius. 18 Famili Hymenoptera parasitika berperan sebagai parasitoid soliter dan 2 famili lainnya sebagai parasitoid gregarius yaitu dari famili Encyrtidae dan Chalcididae. Apabila hanya satu parasitoid yang berkembang pada satu inang maka parasitoid tersebut adalah parasitoid soliter, sedangkan parasitoid gregarius dalam satu inang dapat berkembang lebih dari satu imago parasitoid (Purnomo, 2010).

### **Pengaruh Tipe Penggunaan Lahan terhadap Keanekaragaman Hymenoptera Parasitika**

Spesies Hymenoptera parasitika yang didapatkan dari yang terbesar berturut-turut pada tipe penggunaan lahan kawasan lindung (135 spesies), pinus-kopi (113 spesies), mahoni-kopi (84 spesies), pinus-semusim (85 spesies), dan mahoni-talas (80 spesies). Sedangkan kelimpahan individu dari yang terbanyak berturut-turut pada tipe penggunaan lahan kawasan lindung (1813 individu), pinus-kopi (442 individu), mahoni-kopi (238 individu), pinus-semusim (225 individu) dan mahoni-talas (211 individu; Tabel 2).

Secara umum keanekaragaman spesies dan kekayaan individu pada kawasan lindung lebih tinggi dibandingkan dengan empat tipe penggunaan lahan yang lain di kawasan *UB Forest*. Hal ini dimungkinkan karena vegetasi pada kawasan lindung lebih beragam dibandingkan empat tipe penggunaan lahan yang



lainnya (Tabel Lampiran 2). Hal tersebut berpengaruh pada keberadaan Hymenoptera parasitika dalam menjalankan perannya sebagai parasitoid. Selain itu kawasan lindung adalah lahan hutan yang tidak mendapatkan gangguan yang berarti dari manusia sehingga ekosistem di dalamnya lebih stabil. Sejalan dengan hasil penelitian Perdana (2010) yang menjelaskan bahwa tingginya keanekaragaman Hymenoptera yang berperan sebagai parasitoid dapat dikarenakan kondisi lahan hutan tidak mendapatkan gangguan dari manusia yang berarti, sehingga kondisi habitatnya lebih stabil.

Keanekaragaman spesies dan kelimpahan individu terendah pada tipe penggunaan lahan mahoni-talas. Hal ini dimungkinkan karena kurang beragamnya vegetasi pada jenis penggunaan lahan tersebut (Tabel Lampiran 2). Kurang beragamnya jenis tanaman berpengaruh pada ketersediaan makanan bagi inang parasitoid dimana hal ini dapat berpengaruh pada keanekaragaman Hymenoptera parasitika di lahan tersebut. Jenis tanaman yang kurang beragam menyebabkan sumber makanan untuk inang parasitoid kurang beragam, sehingga jenis parasitoid yang ada kurang beragam (Perdana, 2010).

Berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon ( $H'$ ), kawasan lindung memiliki nilai indeks tertinggi (4,359) dibandingkan lahan mahoni-kopi (4,067), mahoni-talas (4,125), pinus-kopi (4,280) dan pinus-semusim (4,090; Tabel 3).

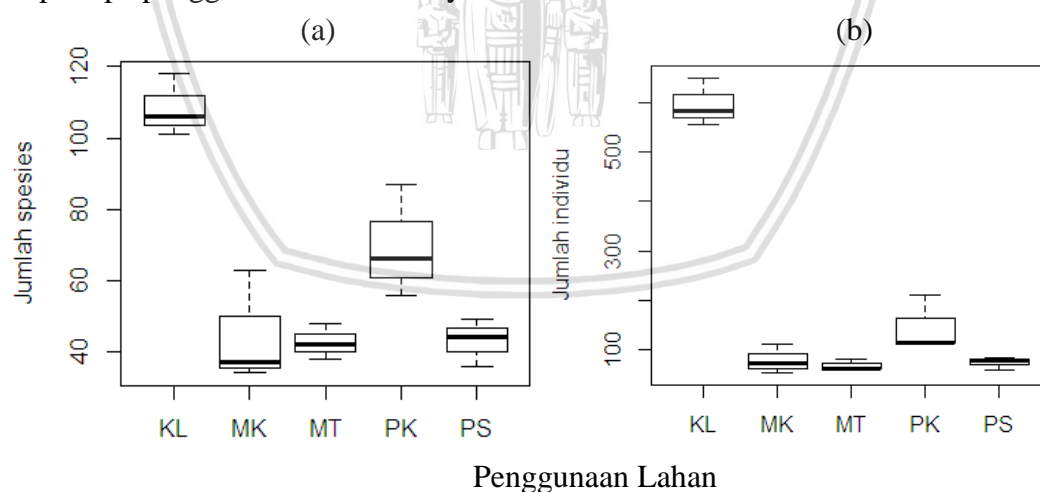
Tabel 3. Indeks Keanekaragaman, Indeks Kemerataan dan Indeks Dominansi Hymenoptera parasitika pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest*

| Penggunaan Lahan | Indeks Keragaman ( $H'$ ) | Indeks Kemerataan (E) | Indeks Dominansi (C) |
|------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|
| Kawasan Lindung  | 4.359                     | 0.888                 | 51.191               |
| Mahoni-kopi      | 4.067                     | 0.918                 | 41.896               |
| Mahoni-talas     | 4.125                     | 0.941                 | 49.522               |
| Pinus-kopi       | 4.280                     | 0.905                 | 45.560               |
| Pinus-semusim    | 4.090                     | 0.920                 | 41.461               |

Secara keseluruhan dari hasil perhitungan nilai indeks keanekaragaman pada masing-masing tipe penggunaan lahan pada kisaran  $H' > 3$  yang berarti keanekaragaman tinggi. Pada seluruh tipe penggunaan lahan yang diamati memiliki keanekaragaman yang tinggi karena secara fungsi, lahan tersebut adalah

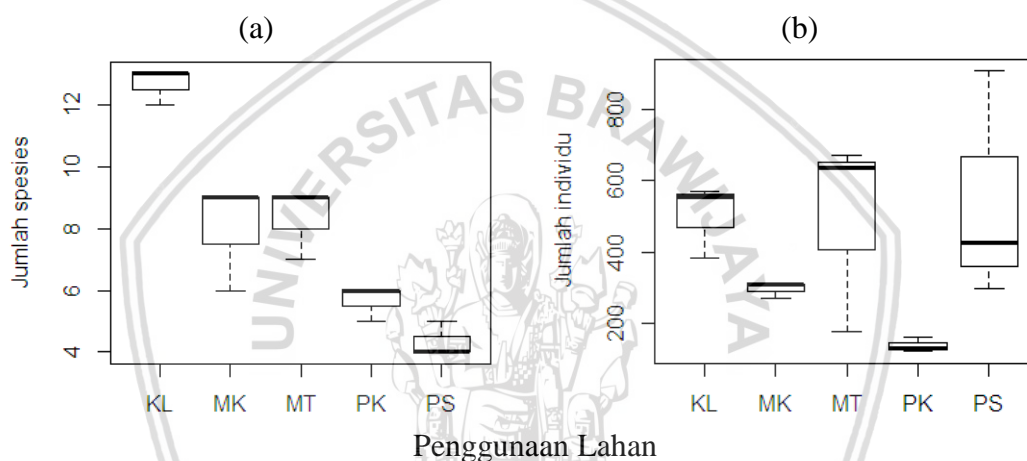
termasuk kawasan hutan. Dari hasil perhitungan kemerataan jenis nilai tertinggi dijumpai pada mahoni-talas ( $E=0.941$ ). Hal ini berarti pada lokasi tersebut tidak ada jenis Hymenoptera parasitika yang mendominasi, sedangkan nilai kemerataan terendah yaitu pada kawasan lindung ( $E=0.888$ ). Dominansi tertinggi pada kawasan lindung (51.191) dan dominansi terendah pada pinus-semusim (41.461). Tipe penggunaan lahan berupa kawasan lindung memiliki nilai indeks dominansi tertinggi karena terdapat parasitoid yang mendominasi dengan kekayaan spesies dan kelimpahan individu yang tinggi dibandingkan dengan tipe penggunaan lahan yang lainnya yaitu dari famili Ichneumonidae.

Hasil pengujian ANOVA didapatkan bahwa perbedaan tipe penggunaan lahan di *UB Forest* mempengaruhi kekayaan spesies ( $F_{4,10}=18.5$ ,  $P<0.0001$ ; Tabel Lampiran 3) dan kelimpahan individu Hymenoptera parasitika ( $F_{4,10}=113.3$ ,  $P<0.0001$ ; Tabel Lampiran 4). Kekayaan spesies dan kelimpahan individu Hymenoptera parasitika tertinggi pada tipe penggunaan lahan kawasan lindung sedangkan yang terendah pada tipe penggunaan lahan mahoni-talas (Gambar 17). Perbedaan dalam kekayaan spesies dan kelimpahan individu Hymenoptera parasitika di kawasan lindung signifikan dibandingkan dengan empat tipe penggunaan lahan lainnya.



Gambar 17. (a) Boxplot kekayaan spesies ( $F_{4,10}=18.5$ ,  $P<0.0001$ ) dan (b) kelimpahan individu ( $F_{4,10}=113.3$ ,  $P<0.0001$ ) Hymenoptera parasitika pada tipe penggunaan lahan berbeda. Kode yang terdapat di dalam gambar menunjukkan area studi: KL=Kawasan lindung, PK=Pinus-kopi, PS=Pinus-semusim, MK=Mahoni-kopi dan MT=Mahoni-talas

Adanya pengaruh tipe penggunaan lahan terhadap Hymenoptera parasitika dimungkinkan terjadi karena dipengaruhi oleh kekayaan spesies vegetasi pada setiap tipe penggunaan lahan tersebut ( $F_{4,10}=28,53$ ;  $P<0,0001$ ; Tabel Lampiran 5) namun Hymenoptera parasitika tidak dipengaruhi oleh kelimpahan individu vegetasi ( $F_{4,10}=2,337$ ;  $P=0,126$ ; Tabel Lampiran 6). Kekayaan spesies vegetasi tertinggi pada tipe penggunaan lahan kawasan lindung sedangkan yang terendah pada tipe penggunaan lahan pinus-semusim (Gambar 18a). Kelimpahan individu vegetasi antar tipe penggunaan lahan hampir merata namun pada lahan pinus-kopi terendah dibandingkan dengan empat tipe penggunaan lahan lainnya (Gambar 18b).



Gambar 18. (a) Boxplot kekayaan spesies ( $F_{4,10}=28,53$ ;  $P<0,0001$ ) dan (b) kelimpahan individu ( $F_{4,10}=2,337$ ;  $P=0,126$ ) vegetasi pada tipe penggunaan lahan berbeda. Kode yang terdapat di dalam gambar menunjukkan area studi: KL=Kawasan lindung, PK=Pinus-kopi, PS=Pinus-semusim, MK=Mahoni-kopi dan MT=Mahoni-talas

Yaherwandi *et al.*, (2007) menyampaikan bahwa Hymenoptera parasitika merupakan salah satu kelompok serangga yang kaya jenis di ekosistem yang berperan penting dalam mengatur populasi alami serangga herbivora. Tipe ekosistem berpengaruh terhadap kekayaan spesies Hymenoptera parasitika. Kekayaan spesies Hymenoptera parasitika berkaitan dengan keanekaragaman tumbuhan yang terdapat di ekosistem.

Semakin tinggi kekayaan spesies vegetasi maka semakin tinggi pula kekayaan spesies ( $r=0.649$ ;  $P=0.008$ ) dan kelimpahan individu ( $r=0.787$ ;  $P=0.0004$ ) Hymenoptera parasitika. Sedangkan tinggi rendahnya kelimpahan individu vegetasi tidak berhubungan dengan kekayaan spesies ( $r=0.006$ ;  $P=0.982$ ) dan

kelimpahan individu ( $r=0.165; P=0.555$ ) dari Hymenoptera parasitika. Keanekaragaman vegetasi berhubungan dengan keanekaragaman dari inang parasitoid sehingga secara tidak langsung akan berkorelasi dengan keanekaragaman Hymenoptera parasitika. Hal tersebut selaras dengan pendapat Maeto *et.al.*, 2009 (dalam Saputra *et al.*, 2017) yang menyatakan bahwa beragamnya vegetasi pada suatu ekosistem berkorelasi positif pada serangga herbivor sebagai inang yang umum diparasiti oleh Hymenoptera parasitika. Lebih lanjut Putra *et al.* (2017) menjelaskan bahwa semakin banyak inang bagi parasitoid, maka semakin banyak parasitoid yang terdapat pada area tersebut. Semakin beragamnya vegetasi bawah maka semakin beragam dan melimpah juga ketersediaan inang dan tambahan nutrisi bagi parasitoid tersebut.

Tumbuhan liar yang berada pada suatu ekosistem juga berpengaruh positif terhadap keanekaragaman dan kelimpahan Hymenoptera parasitika karena mampu menyediakan inang alternatif dan makanan bagi imago parasitoid. Tumbuhan liar banyak terdapat pada tipe penggunaan lahan kawasan lindung, yang dapat menyediakan makanan bagi imago parasitoid antara lain: *Ageratum conyzoides*, *Sechium edule*, *Tithonia diversifolia*, *Arachniodes aristata*, *Amaranthus spinosus*, *Leptochloa panacea*, *Eclipta prostrata*, *Monstera deliciosa*, *Lantana camara*, *Solanum carolinense* dan *Samanea saman* (Tabel Lampiran 2). Tumbuhan liar menyediakan inang alternatif dan makanan tambahan bagi imago parasitoid seperti tepung sari dan nektar dari tumbuhan berbunga serta embun madu yang dihasilkan oleh ordo Homoptera. Banyak penelitian yang memperlihatkan bahwa manipulasi tumbuhan liar dapat meningkatkan kelimpahan dan keanekaragaman musuh alami, termasuk Hymenoptera parasitika (Altieri dan Nicholls, 2004).

Berdasarkan pengukuran kerapatan penutupan kanopi, didapatkan hasil bahwa kerapatan penutupan kanopi pada tiap plot dalam kawasan lindung memiliki rentang antara 70-73%, kemudian mahoni-kopi 68-77%, mahoni-talas 71-81%, pinus-kopi 48-66%, pinus-semusim 28-44% (Tabel Lampiran 7). Analisis korelasi pada masing-masing plot penelitian menunjukkan bahwa rapat atau tidaknya tutupan kanopi tidak berhubungan dengan kekayaan spesies ( $r=0.243; P=0.382$ ) dan kelimpahan individu ( $r=0.277; P=0.316$ ) Hymenoptera parasitika.

### Perbedaan Komposisi Hymenoptera parasitika pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest*

Komposisi spesies dapat menggambarkan pengaruh perbedaan antar tipe penggunaan lahan apabila dibandingkan dengan analisis yang hanya berdasarkan jumlah spesies. Untuk mengetahui hubungan keanekaragaman Hymenoptera parasitika pada tipe penggunaan lahan yang berbeda di Hutan Pendidikan *UB Forest* menggunakan analisis NMDS yang diperoleh dari indeks Bray-Curtis. Sedangkan untuk mengetahui tingkat perbedaan antar tipe penggunaan lahan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan analisis kemiripan (ANOSIM).

Berdasarkan Indeks Bray-Curtis, kemiripan komposisi Hymenoptera parasitika antar tipe penggunaan lahan dari yang tertinggi dan terendah berturut-turut adalah pada tipe penggunaan lahan mahoni-kopi dengan mahoni-talas (63,1%), kawasan lindung dengan mahoni-talas (19,8%; Tabel 4). Kemiripan Hymenoptera parasitika antara tipe penggunaan lahan tersebut dikarenakan Spesies yang ditemukan pada kedua tipe penggunaan lahan hampir sama jenis dan jumlah individunya.

Tabel 4. Kemiripan Komposisi Hymenoptera Parasitika pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan

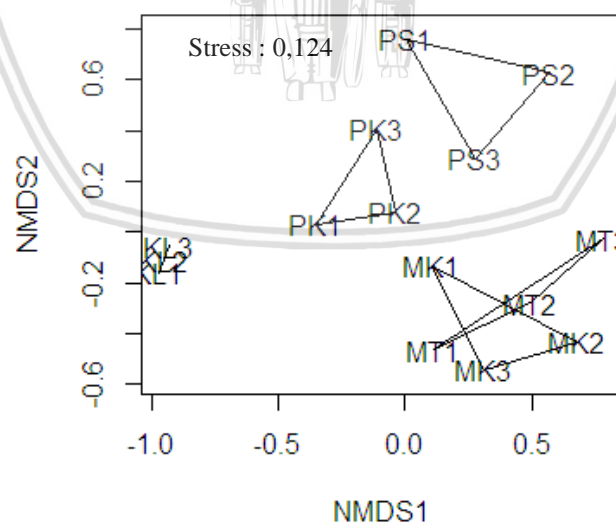
| Tipe Penggunaan Lahan | Kawasan Lindung | Mahoni-kopi | Mahoni-talas | Pinus-kopi | Pinus-semusim |
|-----------------------|-----------------|-------------|--------------|------------|---------------|
| Kawasan Lindung       | 1               |             |              |            |               |
| Mahoni-kopi           | 0.205           | 1           |              |            |               |
| Mahoni-talas          | 0.198           | 0.631       | 1            |            |               |
| Pinus-kopi            | 0.352           | 0.447       | 0.412        | 1          |               |
| Pinus-semusim         | 0.203           | 0.393       | 0.384        | 0.461      | 1             |

Kemiripan tertinggi pada tipe penggunaan lahan mahoni-kopi dengan mahoni-talas dikarenakan struktur vegetasi pada kedua tipe lahan tersebut hampir sama pada tanaman utama dan tanaman liarnya, yang membedakan adalah pada tanaman yang ditanam dibawah tegakan pohon mahoni. Faktor lain yaitu lokasi yang berdekatan dan ketinggian tempat yang hampir sama (Tabel Lampiran 8)



memungkinkan Hymenoptera parasitika dapat berpindah tempat antar kedua lahan dengan mudah. Semakin tinggi ketinggian tempat maka kekayaan spesies Hymenoptera parasitika semakin tinggi ( $r=0.524$ ;  $P=0.044$ ), namun tinggi rendahnya ketinggian tempat tidak berhubungan dengan kelimpahan individu ( $r=0.463$ ;  $P=0.081$ ) Hymenoptera parasitika. Sedangkan kemiripan terendah pada penggunaan lahan kawasan lindung dengan mahoni-talas karena perbedaan yang cukup signifikan pada ketinggian tempat dan lokasi di kedua tipe penggunaan lahan tersebut. Ketinggian tertinggi dan terendah masing-masing pada kawasan lindung dan mahoni-talas yaitu 1256 mdpl dan 1043 mdpl. Selain itu lokasinya diantara Dusun Summersari (Kawasan Lindung) dan Dusun Buntoro (Mahoni-talas). Pengaruh ketinggian tempat dijelaskan oleh Speight *et al.* (1999) bahwa ketinggian tempat yang rendah mempunyai keanekaragaman yang tinggi sedangkan semakin tinggi ketinggian maka keanekaragaman akan berkurang

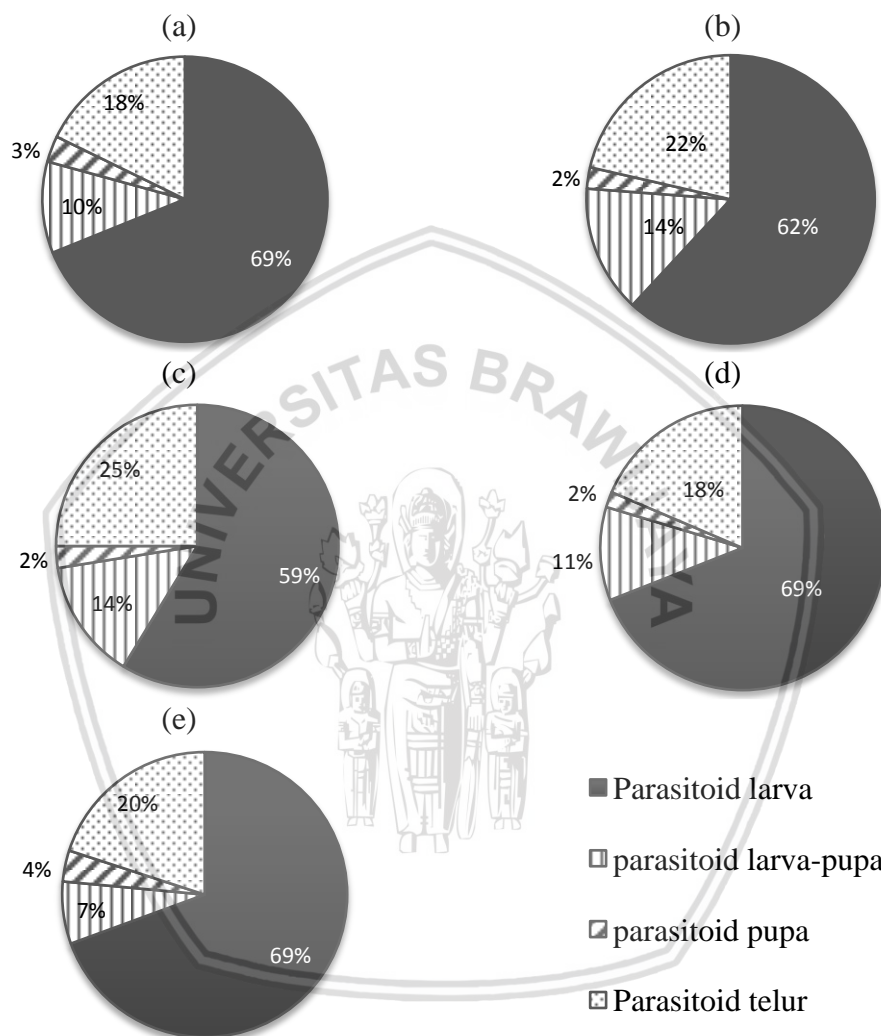
Komposisi spesies Hymenoptera parasitika berbeda antar tipe penggunaan lahan ( $r=0.755$ ;  $P=0.001$ ). Hasil NMDS menunjukkan bahwa terdapat perbedaan komposisi Hymenoptera parasitika pada tiap perbedaan penggunaan lahan. Kemiripan spesies dengan presentase tertinggi antar tipe penggunaan lahan yang berbeda terdapat pada mahoni-kopi dan mahoni-pinus (Gambar 18).



Gambar 19. NMDS dari komposisi parasitika berdasarkan indeks Bray-Curtis. Kode yang terdapat di dalam gambar menunjukkan area studi: KL=Kawasan Lindung, PK=Pinus-kopi, PS=Pinus-semusim, MK=Mahoni-kopi dan MT=Mahoni-talas; angka 1, 2 dan 3 setelah huruf menunjukkan kode plot



Peranan Hymenoptera parasitika berdasarkan kekayaan spesies memiliki persentase komposisi yang berbeda-beda pada masing-masing tipe penggunaan lahan (Gambar 20). Pada setiap tipe penggunaan lahan, parasitoid larva mendominasi, diikuti oleh parasitoid telur, parasitoid larva-pupa dan parasitoid pupa.

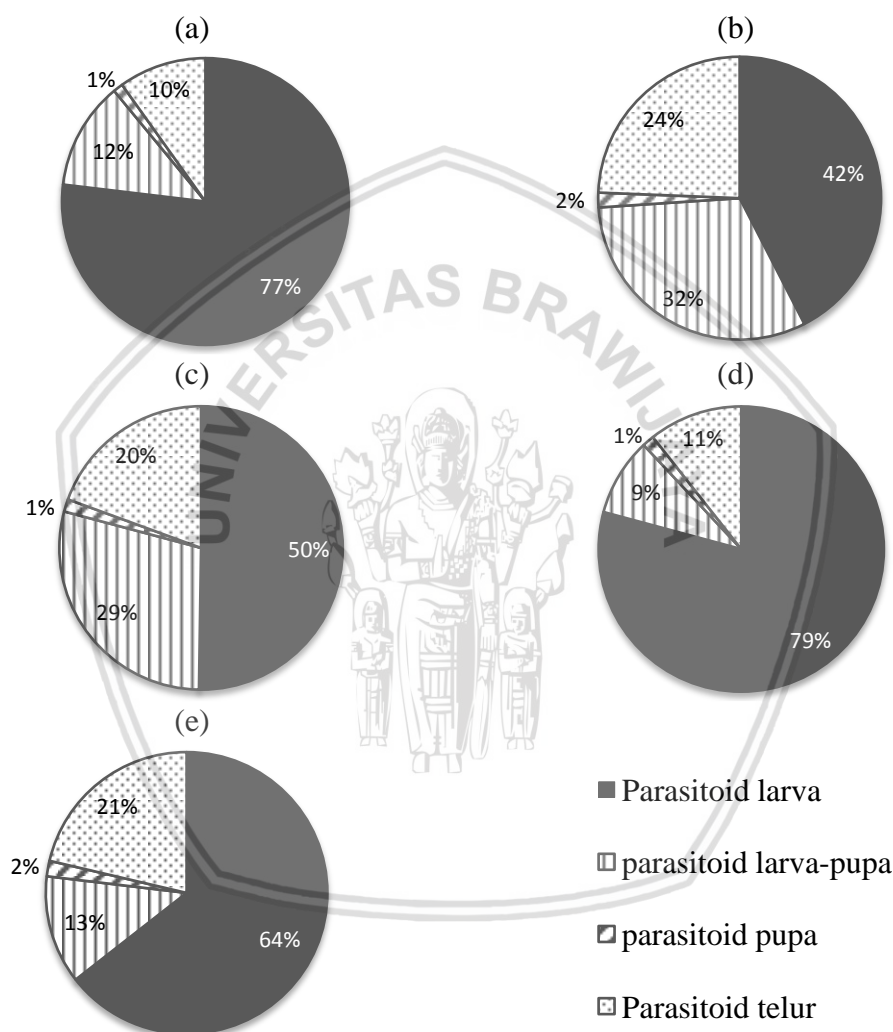


Gambar 20. Peranan Parasitoid Berdasarkan Kekayaan Spesies pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest*:(a) Kawasan Lindung, (b) Mahoni-Kopi, (c) Mahoni-Talas, (d) Pinus-Kopi dan (e) Pinus-Semusim

Parasitoid larva mendominasi pada tiap tipe penggunaan lahan dikarenakan terdapat 96 spesies dari 6 famili yang berperan sebagai parasitoid larva pada seluruh tipe penggunaan lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest*. antara lain berasal dari famili Bethilidae, Braconidae, Ichneumonidae, Proctotrupidae, Tetracampidae dan Eucoilidae. Sedangkan parasitoid pupa terendah dikarenakan

hanya terdapat 5 spesies dari 2 famili yang berperan sebagai parasitoid pupa pada seluruh tipe penggunaan lahan yaitu dari famili Ceraphronidae dan Chalcididae.

Berdasarkan kelimpahan individu Hymenoptera parasitika juga memiliki komposisi peranan yang berbeda-beda antar tipe penggunaan lahan (Gambar 21). Hymenoptera parasitika yang mendominasi adalah parasitoid larva sedangkan parasitoid pupa memiliki persentase terendah pada tiap tipe penggunaan lahan.



Gambar 21. Peranan Parasitoid Berdasarkan Kelimpahan Individu pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest*:(a) Kawasan Lindung, (b) Mahoni-Kopi, (c) Mahoni-Talas, (d) Pinus-Kopi dan (e) Pinus-Semusim

Pada tipe penggunaan lahan kawasan lindung, pinus-kopi, pinus-semusim didominasi oleh parasitoid larva diikuti parasitoid larva-pupa, parasitoid telur dan parasitoid pupa. Sedangkan pada tipe penggunaan lahan mahoni-kopi dan mahoni-talas didominasi oleh parasitoid larva, kemudian parasitoid telur, parasitoid larva-

pupa dan parasitoid pupa. Secara keseluruhan parasitoid larva mendominasi pada seluruh tipe penggunaan berdasarkan kekayaan spesies dan kelimpahan individu. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa famili dari Hymenoptera parasitika yang mendominasi baik secara kekayaan spesies maupun kelimpahan individunya, yaitu Famili Ichneumonidae, Braconidae dan Diapriidae.



## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hymenoptera parasitika di Hutan Pendidikan *UB Forest* pada periode pengambilan sampel November 2017-Januari 2018 keberadaannya beragam, yaitu terdiri dari 19 famili, 142 spesies dan 2929 individu. Famili Ichneumonidae merupakan famili yang paling banyak ditemukan berdasarkan kekayaan spesies maupun kelimpahan individu. Perbedaan tipe penggunaan lahan memengaruhi kekayaan spesies dan kelimpahan individu Hymenoptera parasitika di Hutan Pendidikan *UB Forest*. Kawasan lindung memiliki keanekaragaman tertinggi dibandingkan tipe penggunaan lahan lainnya. Perbedaan tipe penggunaan lahan berpengaruh pada perbedaan komposisi Hymenoptera parasitika di Hutan Pendidikan *UB Forest*, sedangkan komposisi jenis Hymenoptera parasitika terbanyak pada kawasan lindung.

### Saran

Dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk mempelajari pengaruh iklim mikro dan makro serta keanekaragaman inang terhadap keanekaragaman Hymenoptera parasitika. Disisi lain, sebagai rekomendasi dalam meningkatkan upaya konservasi parasitoid, saat pengelolaan lahan perlu memperhatikan parameter keanekaragaman vegetasi terutama keberadaan tumbuhan liar di Hutan Pendidikan *UB Forest*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Altieri M.A, C. L. Nicholls. 2004. *Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems*. Imprint Haworth Pr, Binghamton (US)
- BBPPKETINDAN. 2013. Mengenal Parasitoid [Online]. Tersedia di <http://bbppketindan.bppsdp.pertanian.go.id/blog/mengenal-parasitoid>. Diakses pada tanggal 25 Oktober 2017
- Clarke K.R. 1993. Non-Parametric Multivariate Analysis of Changes in Community Structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.
- [CSIRO] Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation. 1974. *The Insect of Australia*. Melbourne University Press. Australia
- Dombroskie. 2012. Death from Within: Parasitoids. Departemen of Entomologi. Cornell University
- Dabkowska, T., M. Grabowska-Orzadala, T. Labza. 2017. The study of the transformation of segetal flora richness and diversity in selected habitats of southern Poland over a 20-year interval. *Acta Agrobot.* 70(2): 1-17.
- Gibson. 1993. Superfamili Chalcidoidea. Di dalam Goulet H. J., T. Huber (Ed.). *Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families*. Canada Communications Group, Ottawa.
- Gotelli, N.J., A.M. Ellison. 2004. *A Primer of Ecological Statistics*. Sundelrand: Sinauer Associates. Inc. Publishers.
- Goulet H.J., T. Huber (Ed.). 1993. *Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families*. Canada Communications Group, Ottawa.
- Grimaldi D., M.S. Engel. 2005. *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press, New York.
- Hatherly I.S., A.J. Hart, A.G. Tullet, J.S. Bale. 2005. Use of Thermal Data as a Screen for the Establishment Potential of Non-Native Biological Control Agents in the UK. *Biocontrol*, UK
- Hendrival A.K. 2017. Perbandingan Keanekaragaman Hymenoptera Parasitoid Pada Agroekosistem Kedelai dengan Aplikasi dan Tanpa Aplikasi Insektisida. *Al-Kauniyah: Journal of Biology*, Aceh
- Herlina N, A. Rizali, B. Moerfiah, Sahari, D. Buchori. 2011. Pengaruh Habitat Sekitar Lahan Persawahan dan Umur Tanaman Padi terhadap Keanekaragaman Hymenoptera Parasitika. *Jurnal Entomologi Indonesia*. Vol. 8 No. 1, Bogor
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2017. Sekeping Informasi dari “UB Forest”, Malang [online]. Tersedia di <http://bp2sdm.menlhk.go.id/pusrenbang/index.php/profil/renbang-sdm-aparatur/24-sekeping-informasi-dari-ub-forest-malang>. Diakses pada tanggal 12 Mei 2018

- Krebs C.J. 1999. *Ecological Methodology*. Harper Collins, New York.
- LaSalle J., I.D. Gauld (ed.) 1992. *Hymenoptera and Biodiversity Crisis*. C.A.B. International London (UK)
- Lizmah M.S. 2015. Pengaruh Struktur Lanskap Terhadap Keanekaragaman Hymenoptera Parasitika Pada Lahan Mentimun. TESIS. Institute Pertanian Bogor, Bogor.
- Maguran A.E. 1998. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Malden (US)
- Masner L. 1993. Superfamili Platygastroidea. Di dalam Goulet H. J., T. Huber (Ed.). *Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families*. Canada Communications Group, Ottawa.
- Oksanen, J., F.G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. Mcglinn, P.R. Minchin, R.B. O'hara, G.L. Simpson, P. Solymos, M. Henry, H. Stevens, E. Szoecs, H. Wagner, M.J. Oksanen. 2018. *Community Ecology Package*: 294.
- Perdana T.A. 2010. Keanekaragaman Serangga Hymenoptera (Khususnya Parasitoid) Pada Areal Persawahan, Kebun Sayur dan Hutan di Daerah Bogor [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Prakoso B. 2017. Biodiversitas Belalang (Acrididae: Ordo Orthoptera) Pada Agroekosistem (*Zea mays* L.) dan Ekosistem Hutan Tanaman di Kebun Raya Baturaden, Banyumas. *Kebumen. Biosfera* Vol 34, No 2.
- Putra IL, Pudjianto, Maryana. 2016. Keanekaragaman Hymenoptera Parasitoid Pada Perkebunan Kelapa Sawit PTPN VIII Cindali, Bogor. *Bogor. Jurnal HPT Tropika* Vol. 16, N0 2.
- R Development Core Team. 2012. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Speight M.R., M.D. Hunter, A.D. Watt. 1999. *Ecology of Insect: Concept and Application*. Blacwell Science
- Untung K. 1993. *Konsep Pengendalian Hama Terpadu*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Untung K. 1996. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sahari B. 2012. Struktur Komunitas Parasitoid Hymenoptera di Perkebunan Kelapa Sawit, Desa Pandu Senjaya, Kecamatan Pangkalan Lada Kalimantan Tengah [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Saputra M.H., M. Nina, Pudjianto. 2017. Keanekaragaman Hymenoptera Parasitika pada Tipe Ekosistem Berbeda di Bangka Tengah, Kepulauan Bangka Belitung. *Bogor. Jurnal HPT Tropika* 17(1): 37 – 44.



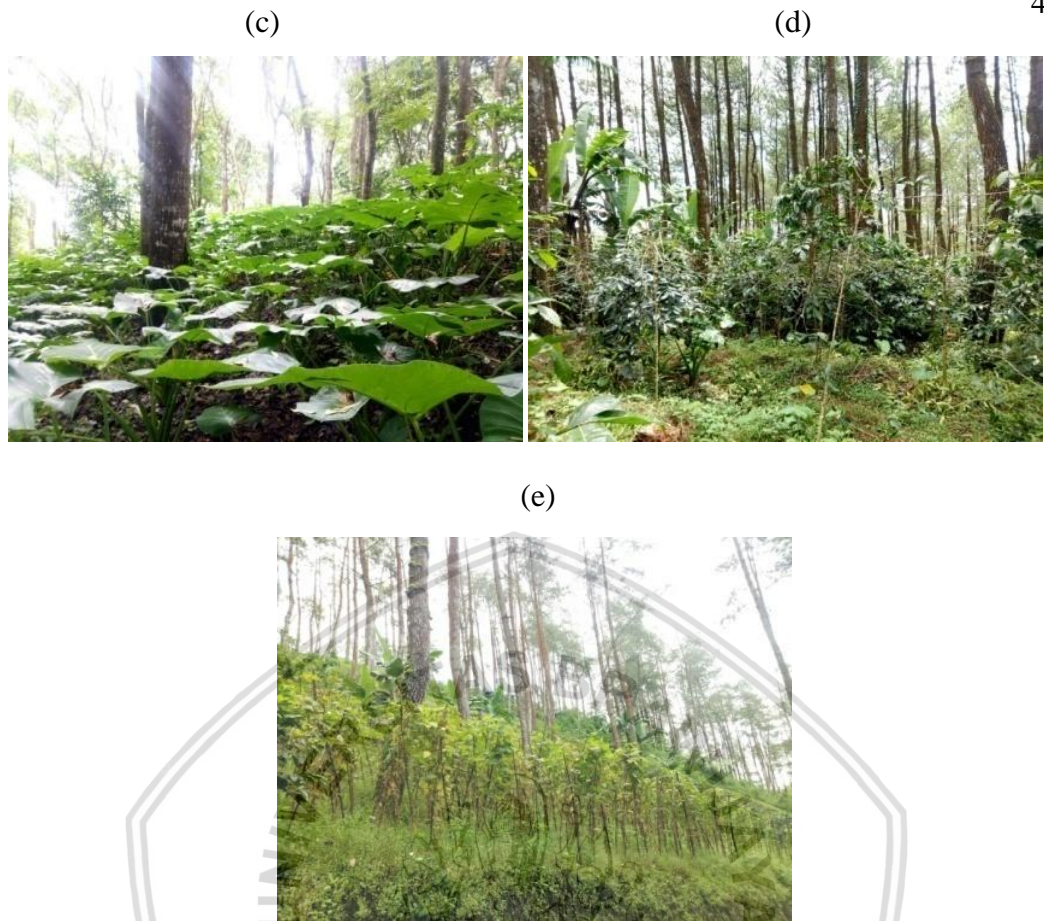
- Stuhl C., L. Cicero, J. Sivinski, *et al.* 2011. Longevity of Multiple Species of Tephritid (Diptera) Fruit Fly Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Opiinae) Provided Exotic and Sympatric-Fruit Based Diets. *Journal of Insect Physiology* 57: 1463-1470.
- Spurr S.H., B.V. Barnes. 1980. *Forest Ecology*. John Willey and Sons, New York.
- Wackers F.L. 2004. Assessing Thesuitability of Flowering Herbs as Parasitoid Food Sources: Flower Attractiveness and Nectar Accessibility. *Biological Control*
- Wahl. 1993. Famili Braconidae. Di dalam Goulet H. J., T. Huber (Ed.). *Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families*. Canada Communications Group, Ottawa.
- Wahl. 1993. Famili Ichneumonidae. Di dalam Goulet H. J., T. Huber (Ed.). *Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families*. Canada Communications Group, Ottawa
- Yaherwandi, S. Manuwoto, D. Buchori, P. Hidayat, L.B. Prasetyo. 2008. Struktur Komunitas Hymenoptera Parasitoid Pada Tumbuhan Liar di Sekitar Pertanaman Padi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cianjur. *J. HPT Tropika, Jawa Barat*
- Yaherwandi, S. Manuwoto, D. Buchori, P. Hidayat, L.B. Prasetyo. 2007. Keanekaragaman Hymenoptera Parasitoid pada Struktur Lanskap Pertanian Berbeda di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cianjur, Jawa Barat. *J. HPT. Tropika, Jawa Barat*
- Yuniar N., N.F. Haneda. 2015. Keanekaragaman semut (Hymenoptera: Formicidae) Pada Empat Tipe Ekosistem yang Berbeda di Jambi. *Dalam Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia Vol. 1, No 7, Bogor*





Gambar Lampiran 1. Famili dominan dari Hymenoptera parasitika yang ditemukan: (a) Famili Ichneumonidae, (b) Famili Braconidae dan (c) Famili Diapriidae.





Gambar Lampiran 2. Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest*: (a) Kawasan Lindung, (b) Mahoni-kopi, (c) Mahoni-talas, (d) Pinus-kopi dan (e) Pinus Sayuran.

Tabel Lampiran 1. Peranan Parasitoid pada Berbagai Famili yang Ditemukan

| Famili        | Peranan Berdasarkan Fase Tumbuh Inang |                       |                 |                  | Cara Menyerang |
|---------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|----------------|
|               | Parasitoid Larva                      | Parasitoid larva-pupa | Parasitoid pupa | Parasitoid Telur |                |
| Aphelinidae   |                                       |                       |                 | 2                | Soliter        |
| Bethylidae    | 39                                    |                       |                 |                  | Soliter        |
| Braconidae    | 418                                   |                       |                 |                  | Soliter        |
| Ceraphronidae |                                       |                       | 21              |                  | Soliter        |
| Chalcididae   |                                       |                       | 16              |                  | Gregarius      |
| Diapriidae    |                                       | 339                   |                 |                  | Soliter        |
| Encyrtidae    |                                       |                       |                 | 40               | Gregarius      |
| Eucoilidae    | 10                                    |                       |                 |                  | Soliter        |
| Evaniidae     |                                       |                       |                 | 33               | Soliter        |
| Ichneumonidae | 1587                                  |                       |                 |                  | Soliter        |

(Berlanjut)



Tabel Lampiran 1. (lanjutan)

| Famili           | Peranan Berdasarkan Fase Tumbuh Inang |                       |                 |                  | Cara Menyerang |
|------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|----------------|
|                  | Parasitoid Larva                      | Parasitoid larva-pupa | Parasitoid pupa | Parasitoid Telur |                |
| Mymaridae        |                                       |                       |                 | 37               | Soliter        |
| Mymarommatidae   |                                       |                       |                 | 105              | Soliter        |
| Perilampidae     |                                       | 84                    |                 |                  | Soliter        |
| Platygastridae   |                                       |                       |                 | 13               | Soliter        |
| Proctotrupidae   | 9                                     |                       |                 |                  | Soliter        |
| Pteromalidae     |                                       |                       |                 | 15               | Soliter        |
| Scelionidae      |                                       |                       |                 | 117              | Soliter        |
| Tanaostigmatidae |                                       |                       |                 | 11               | Soliter        |
| Tetracampidae    | 33                                    |                       |                 |                  | Soliter        |
| Total            | 2096                                  | 423                   | 37              | 373              |                |

Tabel Lampiran 2. Vegetasi pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan UB Forest

| No | Spesies  | Kawasan Lindung | Mahoni-kopi | Mahoni-talas | Pinus-kopi | Pinus-semusim |
|----|--|-----------------|-------------|--------------|------------|---------------|
| 1  | <i>Ageratum conyzoides</i>                         | 118             | 12          | 36           | 0          | 0             |
| 2  | <i>Bambuseae</i>                                   | 20              | 0           | 0            | 0          | 0             |
| 3  | <i>Phaseolus vulgaris</i>                          | 0               | 0           | 0            | 0          | 256           |
| 4  | <i>Syzygium aromaticum</i>                         | 0               | 2           | 0            | 0          | 0             |
| 5  | <i>Zingiber officinale</i>                         | 0               | 0           | 0            | 8          | 23            |
| 6  | <i>Moringa oleifera</i>                            | 0               | 1           | 0            | 0          | 0             |
| 7  | <i>Coffea</i>                                      | 4               | 216         | 32           | 224        | 4             |
| 8  | <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Capitata</i>      | 0               | 0           | 0            | 0          | 330           |
| 9  | <i>Curcuma longa</i>                               | 0               | 0           | 0            | 16         | 0             |
| 10 | <i>Sechium edule</i>                               | 15              | 0           | 0            | 0          | 0             |
| 11 | <i>Leucaena leucocephala</i>                       | 0               | 0           | 23           | 0          | 0             |
| 12 | <i>Raphanus raphanistrum</i> subsp. <i>Sativus</i> | 0               | 0           | 0            | 0          | 630           |
| 13 | <i>Swietenia mahagon</i>                           | 0               | 93          | 117          | 0          | 0             |
| 14 | <i>Tithonia diversifolia</i>                       | 36              | 0           | 0            | 0          | 0             |
| 15 | <i>Arachniodes aristata</i>                        | 95              | 26          | 16           | 27         | 0             |
| 16 | <i>Arecaceae</i>                                   | 13              | 0           | 0            | 0          | 0             |
| 17 | <i>Pandanus</i>                                    | 56              | 15          | 2            | 0          | 0             |

(berlanjut)

Tabel Lampiran 2. (lanjutan)

| No              | Spesies                         | Kawasan Lindung | Mahoni-kopi | Mahoni-talas | Pinus-kopi | Pinus-semusim |
|-----------------|---------------------------------|-----------------|-------------|--------------|------------|---------------|
| 18              | <i>Carica papaya</i>            | 0               | 1           | 1            | 0          | 0             |
| 19              | <i>Pinus merkusii</i>           | 4               | 0           | 0            | 34         | 30            |
| 20              | <i>Musaceae</i>                 | 16              | 2           | 0            | 14         | 13            |
| 21              | <i>Pennisetum purpureum</i>     | 74              | 2           | 0            | 42         | 0             |
| 22              | <i>Manihot esculenta</i>        | 0               | 0           | 0            | 28         | 0             |
| 23              | <i>Colocasia esculenta</i>      | 35              | 176         | 810          | 13         | 8             |
| 24              | <i>Lycopus asper</i>            | 101             | 246         | 340          | 0          | 0             |
| 25              | <i>Eclipta prostrata</i>        | 610             | 45          | 70           | 0          | 0             |
| 26              | <i>Artocarpus heterophyllus</i> | 0               | 0           | 3            | 0          | 0             |
| 27              | <i>Amaranthus spinosus</i> L    | 71              | 0           | 7            | 0          | 0             |
| 28              | <i>Brachiaria mutica</i>        | 0               | 47          | 0            | 0          | 0             |
| 29              | <i>Leptochloa panicea</i>       | 109             | 0           | 0            | 0          | 0             |
| 30              | <i>Monstera deliciosa</i>       | 133             | 0           | 0            | 0          | 0             |
| 31              | <i>Pinanga kuhlii</i>           | 45              | 0           | 0            | 0          | 0             |
| 32              | <i>Lantana camara</i>           | 12              | 0           | 0            | 0          | 0             |
| 33              | <i>Solanum carolinense</i>      | 148             | 0           | 20           | 0          | 0             |
| 34              | <i>Samanea saman</i>            | 11              | 0           | 3            | 0          | 0             |
| 35              | <i>Daucus carota</i>            | 0               | 0           | 0            | 0          | 334           |
| Jumlah Spesies  |                                 | 21              | 14          | 14           | 9          | 9             |
| Jumlah Individu |                                 | 1731            | 884         | 1480         | 406        | 1628          |

Tabel Lampiran 3. Analisis Ragam Kekayaan Spesies Hymenoptera parasitika pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan UB Forest

| SK               | Db | JK   | KT     | F    | P           |
|------------------|----|------|--------|------|-------------|
| Penggunaan Lahan | 4  | 9666 | 2416.4 | 18.5 | 0.000129*** |
| Galat            | 10 | 1306 | 130.6  |      |             |

Tabel Lampiran 4. Analisis Ragam Kelimpahan Individu Hymenoptera parasitika pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan UB Forest

| SK               | Db | JK     | KT     | F     | P           |
|------------------|----|--------|--------|-------|-------------|
| Penggunaan Lahan | 4  | 622012 | 155503 | 113.3 | 2.77e-08*** |
| Galat            | 10 | 13729  | 1373   |       |             |

Keterangan: \* = 0,05; \*\* = 0,01; \*\*\* = 0,001



Tabel Lampiran 5. Analisis Ragam Kekayaan Spesies Vegetasi pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest*

| SK               | Db | JK     | KT     | F     | P           |
|------------------|----|--------|--------|-------|-------------|
| Penggunaan Lahan | 4  | 121,73 | 30,433 | 28,53 | 1,9e-05 *** |
| Galat            | 10 | 10,67  | 1,067  |       |             |

Keterangan: \* = 0,05; \*\* = 0,01; \*\*\* = 0,001

Tabel Lampiran 6. Analisis Ragam Kelimpahan Individus Vegetasi pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Hutan Pendidikan *UB Forest*

| SK               | Db | JK   | KT   | F     | P     |
|------------------|----|------|------|-------|-------|
| Penggunaan Lahan | 4  | 3616 | 9041 | 2,337 | 0,126 |
| Galat            | 10 | 3868 | 3868 |       |       |

Tabel Lampiran 7. Persentase Kerapatan Kanopi Tiap Plot Penggunaan Lahan

| Tipe Penggunaan Lahan | Plot | %<br>Kerapatankanopi | Jumlah<br>Spesies | Jumlah<br>Individu |
|-----------------------|------|----------------------|-------------------|--------------------|
| Kawasan Lindung       | KL 1 | 72.92                | 107               | 590                |
|                       | KL 2 | 73.45                | 101               | 564                |
|                       | KL 3 | 70.22                | 119               | 659                |
| Mahoni-kopi           | MK 1 | 68.51                | 63                | 111                |
|                       | MK 2 | 77.13                | 34                | 54                 |
|                       | MK 3 | 73.08                | 37                | 73                 |
| Mahoni-talas          | MT 1 | 81.83                | 49                | 87                 |
|                       | MT 2 | 77.90                | 42                | 63                 |
|                       | MT 3 | 71.25                | 37                | 61                 |
| Pinus-kopi            | PK 1 | 66.47                | 94                | 213                |
|                       | PK 2 | 57.80                | 66                | 115                |
|                       | PK 3 | 48.04                | 56                | 114                |
| Pinus-semusim         | PS 1 | 44.61                | 45                | 87                 |
|                       | PS 2 | 28.50                | 36                | 58                 |
|                       | PS 3 | 39.72                | 49                | 80                 |

Tabel Lampiran 8. Ketinggian Tiap Plot Penggunaan Lahan

| Tipe Penggunaan Lahan | Plot | Ketinggian (mdpl) | Jumlah Spesies | Jumlah Individu |
|-----------------------|------|-------------------|----------------|-----------------|
| Kawasan Lindung       | KL 1 | 1250              | 107            | 590             |
|                       | KL 2 | 1254              | 101            | 564             |
|                       | KL 3 | 1256              | 119            | 659             |
| Mahoni-kopi           | MK 1 | 1057              | 63             | 111             |
|                       | MK 2 | 1053              | 34             | 54              |
|                       | MK 3 | 1046              | 37             | 73              |
| Mahoni-talas          | MT 1 | 1055              | 49             | 87              |
|                       | MT 2 | 1050              | 42             | 63              |
|                       | MT 3 | 1043              | 37             | 61              |
| Pinus-kopi            | PK 1 | 1235              | 94             | 213             |
|                       | PK 2 | 1247              | 66             | 115             |
|                       | PK 3 | 1261              | 56             | 114             |
| Pinus-semusim         | PS 1 | 1250              | 45             | 87              |
|                       | PS 2 | 1277              | 36             | 58              |
|                       | PS 3 | 1247              | 49             | 80              |

